



**Luís Miguel Pereira
Neves**

**Implementação de um Sistema Vendor Managed
Inventory – Caso de Estudo**



**Luís Miguel Pereira
Neves**

**Implementação de um Sistema Vendor Managed
Inventory – Caso de Estudo**

Projecto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica do Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira, Professor Auxiliar Convidado do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho aos meus pais pelo apoio e pela oportunidade que me proporcionaram.

o júri

Presidente

Prof. Doutor José António de Vasconcelos Ferreira
Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor João Manuel Vilas-Boas da Silva
Professor Auxiliar Convidado do Instituto Sup. de Ciências do Trabalho e da Empresa (Arguente)

Prof. Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira
Professor Auxiliar Convidado da Universidade de Aveiro (Orientador)

agradecimentos

Agradeço aos meus pais e irmãos por todo o apoio demonstrado a todos os níveis e à Patrycja pelo apoio e paciência.

Um especial agradecimento ao Prof. Dr. Luís Miguel Ferreira, meu orientador, pelo tempo dispensado, pelas suas opiniões, pelas indicações bibliográficas e pela rapidez com que resolvia os meus problemas.

Estou muito grato ao Eng.^o Carlos Lima, meu orientador na empresa, por todo tempo dispendido comigo neste projecto, pelos seus conselhos e por toda a informação que disponibilizou.

Agradeço também a todos os meus colegas de trabalho que de uma ou de outra forma me ajudaram.

palavras-chave

VMI, Vendor Managed Inventory, SCM, Gestão da Cadeia de Abastecimento, Gestão de Inventário, *Stock* de segurança.

resumo

Com a necessidade de melhorar os processos da cadeia de abastecimento surge a ideia de implementar um sistema *Vendor Managed Inventory* (VMI). Com este objectivo provém a realização deste caso de estudo, isto é pretende-se preparar a implementação de um sistema VMI. De uma forma geral VMI é um sistema de gestão de *stocks* em que o fornecedor é o responsável pelo inventário do cliente e tem a liberdade para o gerir dentro de parâmetros definidos como níveis mínimos e máximos de *stock*. Neste caso de estudo iremos dar especial importância aos níveis de inventário pois esperara-se que estes sejam as principais vantagens de um sistema VMI. Também se irá abordar pontos como vantagens e desvantagens do VMI e os parâmetros afectados por este na organização. Por fim, todos os custos relacionados com o inventário também serão encontrados em pormenor neste caso de estudo.

keywords

VMI, Vendor Managed Inventory, SCM, Supply Chain Management, Inventory Management, Safety *Stock*.

abstract

With the necessity to improve the supply chain emerges the idea of implementing a Vendor Managed Inventory (VMI) system. With this purpose comes the realization of this case study, that is intended to prepare the implementation of a VMI system. In general VMI is a *stock* management system where the supplier is responsible for inventory of the customer, and has the freedom to manage it within parameters defined as minimum and maximum stock. In this case study will be give particular attention to levels of inventory because they are expected to be the main advantages of VMI system. It will also address items such as advantages and disadvantages of VMI and parameters affected by it in the organization. Finally, all costs related to the inventory will also be found in detail in this case study.

Índice

1	Introdução	1
2	Revisão de Literatura	3
2.1	Introdução ao sistema <i>Vendor Managed Inventory</i>	3
2.2	Processo de implementação	4
2.3	Seleccção de fornecedores e produtos	6
2.4	Vantagens e desvantagens do sistema <i>Vendor Managed Inventory</i>	7
2.5	Parâmetros afectados pelo sistema <i>Vendor Managed Inventory</i>	9
2.6	Custos de funcionamento do sistema de gestão de <i>stocks</i>	12
2.7	Dimensionamento do inventário	13
2.8	Acordo <i>Vendor Managed Inventory</i>	19
3	Implementação na <i>Bosch Security Systems</i>	21
3.1	Apresentação do Grupo Bosch	21
3.2	Processo de implementação	24
3.3	Dimensionamento dos níveis de inventário	31
3.4	Caso de Estudo para o fornecedor A	38
3.5	Benefícios do sistema <i>Vendor Managed Inventory</i>	41
4	Conclusões e Investigação Futura	43
4.1	Conclusões	43
4.2	Investigação Futura	44
5	Referencias Bibliográficas	45
	Anexos	49
	Anexo A	49
	Anexo B	53

Anexo C.....	57
Anexo D	49
Anexo E.....	61
Anexo F	63
Anexo G	67

Índice de Figuras

Figura 1: Exemplo de um ciclo de <i>stock</i>	15
Figura 2: Gráfico que representa o EOQ.....	16
Figura 3: Divisões do Grupo Bosch.....	22
Figura 4: Fábricas da Bosch Security Systems no mundo	23
Figura 5: Processo Implementação VMI	24
Figura 6: Aplicação VMI.	25
Figura 7: Gráfico do histórico da procura do produto 8, de Mar 07 até Fev 09.....	31
Figura 8: Resultados do teste K-S ao histórico da procura para o produto 8.	32
Figura 9: Média e desvio padrão da distribuição lognormal.	32
Figura 10: Histograma da procura com a curva da distribuição lognormal para o produto 8.	33
Figura 11: Gráfico do histórico do <i>stock</i> com o nível mínimo de <i>stock</i>	34
Figura 12: Gráfico com os limites máximo e mínimo de <i>stock</i>	36
Figura 13: Gráfico com os limites máximo e mínimo de <i>stock</i>	37
Figura 14: Exemplo do nível ótimo de <i>stock</i>	38
Figura 15: Ilustração do sistema <i>Milkrun</i>	38
Figura 16: Gráfico de K em função de C'3.....	40

Índice de Tabelas

Tabela 1: Exemplos de níveis de serviço com os correspondentes factores de segurança, através da distribuição normal.....	14
Tabela 2: Tabela de desempenho VMI	30
Tabela 3: Optimização de Q e M para as várias iterações.	39
Tabela 4: Resultados de K, Q e M para os vários custos de rotura do produto 1.....	40
Tabela 5: Diferença dos níveis de inventário após implementação do VMI.	41
Tabela 6: Níveis máximos e mínimos de inventário recomendados.	43

Abreviaturas

BSS	<i>Bosch Security Systems</i>
CCTV	<i>Closed Circuit Television</i>
CSI	<i>Communication, Security and Imaging</i>
EDI	<i>Electronic Data Interchange</i>
EOQ	<i>Economic Order Quantity</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
IT	<i>Information Technology</i>
K-S	<i>Kolmogorov-Smirnov</i>
SAP	<i>Systems, Applications and Products in Data Processing</i>
SCM	<i>Supply Chain Management</i>
VMI	<i>Vendor Managed Inventory</i>
WebEDI	<i>Web Based Electronic Data Interchange</i>

1 Introdução

Este trabalho surge no âmbito do mestrado de Engenharia e Gestão Industrial e de um estágio curricular numa empresa pertencente ao Grupo Bosch. O tema “Implementação de um Sistema *Vendor Managed Inventory* – Caso de Estudo” resulta da visão da *Bosch Security Systems* (BSS) que, como parceiro fiável, fornece soluções competitivas de manufactura electrónica aos seus clientes. Uma das formas para conseguir este fim é melhorar o desempenho da cadeia de abastecimento. A necessidade de reduzir o nível de *stock* é uma das dificuldades da organização, desta forma surge o conceito *Vendor Managed Inventory* (VMI). A implementação desta nova abordagem tem como principais objectivos a redução dos níveis de *stock*, a diminuição do tempo de trabalho dos compradores, bem como criar hábitos de trabalho e rotinas uniformes. O conceito VMI surge igualmente na BSS, associado ao sistema de produção *Lean*, onde a produção está relacionada a uma série de princípios como, por exemplo, o sistema *pull*, standardização, transparência, flexibilidade, orientação de processos, melhoria contínua, qualidade perfeita e envolvimento. Todos estes métodos relacionam-se entre si e são uma das apostas na optimização da cadeia de abastecimento.

O objectivo deste caso de estudo consiste em preparar a implementação de um projecto-piloto do sistema VMI na BSS.

Este projecto está dividido em quatro partes principais. Na primeira parte encontra-se a introdução ao tema, contexto e seus principais objectivos. Segue-se o enquadramento teórico que envolve o sistema VMI, tendo como base atingir os objectivos deste caso de estudo. A terceira parte contém toda a parte prática da implementação deste sistema na organização assim como análises efectuadas aos níveis de *stock* e procura. A última parte do trabalho é composta com as principais conclusões do projecto assim como a investigação futura que deverá ser efectuada.

2 Revisão de Literatura

Este capítulo inicia-se com uma introdução ao sistema VMI e o seu processo de implementação. Seguidamente segue uma explicação da selecção produtos e fornecedores, vantagens e desvantagens do VMI, parâmetros afectados, custos de funcionamento do sistema de gestão de *stocks*, dimensionamento de níveis de inventário e para finalizar acordo VMI.

2.1 Introdução ao sistema *Vendor Managed Inventory*

O conceito de VMI foi popularizado por Wal-Mart, Procter e Gamble, em finais dos anos 80. De acordo Disney *et al.* (2003) VMI é uma estratégia para a condução da *Supply Chain Management* (SCM) e implica que seja dada ao fornecedor plena responsabilidade de gestão do nível de inventário do cliente. Smaros *et al.* (2003) definem VMI como um programa de reposição automática em que é dado ao fornecedor o acesso a níveis de inventário e de procura do cliente. Dong *et al.* (2006) argumentam que o sistema VMI pode ser encarado como uma tecnologia de SCM, muitas vezes adoptada em conjunto com outros componentes tais como o *Electronic Data Interchange* (EDI). O fornecedor acompanha o inventário do cliente, com a autoridade e responsabilidade de repor o *stock* de acordo com o previamente estabelecido sobre os princípios de controlo do inventário e objectivos (Waller *et al.*, 1999; Kaipia *et al.*, 2002). As cadeias de abastecimento deparam-se muitas vezes com o dilema de conflito de desempenho, ou seja, um baixo nível de inventário é uma contradição com elevado nível de serviço. As empresas ao utilizarem um sistema VMI na sua cadeia de abastecimento podem resolver esse problema (Waller *et al.*, 1999). É importante que os parceiros de uma relação em VMI tenham confiança entre si e que a informação partilhada entre empresas seja transparente. Waller *et al.* (1999) reconhecem que a confiança é um dos parâmetros mais críticos para o relacionamento VMI ser bem sucedido. A informação que o cliente fornece ao fornecedor é única para cada tipo de acordo. Existem diferentes tipos de informação que pode ser partilhada entre o fornecedor e o cliente em VMI: os níveis de inventário, dados de vendas e previsões, estado das ordens, calendário de entregas e de produção (Angulo, et al., 2004). Assim, a

partilha de informação é fundamental para o êxito da implementação de sistemas VMI (Handfield *et al.*, 2002; Dong *et al.*, 2002). Dong *et al.* (2002) discutem que este tipo de sistemas tem mostrado benefícios tanto para o fornecedor como para o cliente dentro da cadeia de abastecimento. Contudo estes autores afirmam que o fornecedor pode ter um longo período de adaptação antes de colher os benefícios do VMI. Estas vantagens podem em teoria, conduzir a uma situação de vitória para ambos, podendo resultar num aumento do serviço ao cliente, redução dos prazos e custos devido ao aumento da rotação do inventário, bem como a uma diminuição dos níveis de *stock* de segurança (Kuk, 2004). Isto torna possível ao fornecedor programar melhor a sua produção. Além disso, quando este tem baixa capacidade de produção, VMI permite ao fornecedor escolher qual as entregas podem ser adiadas sem causar perda nas vendas do cliente (Kaipia *et al.*, 2002). Este, por outro lado, irá sentir os benefícios de uma diminuição nos custos de administração desde que o fornecedor em VMI tenha a seu cuidado todo o processo de encomenda (Smaros *et al.*, 2000). De facto, a necessidade de ajuste da oferta e da procura é muitas vezes o catalisador mais próximo para o envolvimento de parcerias na cadeia de abastecimento (Angulo *et al.*, 2004).

2.2 Processo de implementação

Segundo Van Weele (2005) a implementação de VMI é um processo de aprendizagem, no qual ambas as partes se conhecem. A partilha de informação entre o cliente e o fornecedor num relacionamento VMI é uma necessidade. Ao partilhar informação em colaborações VMI é importante que ambas entidades estejam alinhadas de forma a facilitar todos os procedimentos (Angulo *et al.*, 2004).

A iniciativa VMI só poderá ser bem sucedida se todos os envolvidos estiverem orientados pelo mesmo objectivo (Kuk, 2004). A confiança entre os parceiros da cadeia de abastecimento é exigente. Os parceiros devem experimentar e reconhecer claros benefícios com VMI, ou a relação estará condenada (Waller *et al.*, 1999). Holmstrom (1998) refere num caso de estudo que a chave para o sucesso da implementação de VMI é a cooperação e um entendimento comum dos processos e procedimentos.

Uma implementação bem sucedida de um programa VMI depende muitas vezes de requisitos tecnológicos tais como plataformas informáticas, tecnologias de comunicação e

identificação do produto, bem como do acompanhamento dos sistemas. No entanto, muitos fornecedores e clientes já possuem esta tecnologia. Por outro lado, sistemas de *software* são as mais prováveis áreas de deficiência, apesar da sua importância uma vez que facilitam decisões no processo VMI (Waller *et al.*, 1999). Huang *et al.*, (2005) apresentam duas condições necessárias para o sucesso de uma implementação VMI. Em primeiro lugar, o estado do inventário do cliente deve ser transparente para o fornecedor em todos os momentos. Em segundo, há uma necessidade em desenvolver acções no procedimento padrão e, consequentemente, gerido pela tecnologia IT.

As empresas que apenas investirem em tecnologia sem considerarem as dificuldades da implementação, têm maior probabilidade de fracassar (Kuk, 2004). Waller *et al.* (1999) explicam que o EDI facilita, mas não é um requisito para a VMI. No entanto, Waller *et al.* (1999) deixam claro que se revelou muito eficaz quando é associado. O'Brien (2003) é da opinião que o EDI não é necessário para as empresas de baixo volume de produção. Muitos dos custos associados à tecnologia VMI estão em declínio. Aplicação EDI com os parceiros comerciais está a tornar-se menos dispendiosa com a disponibilidade de *software* EDI através da Internet (Waller *et al.*, 1999). Holmstrom (1998) menciona que VMI pode ser implementado sem necessariamente usar tecnologia complexa. Por outro lado, Stratman (1997) refere que sem EDI directo ou uma *interface* entre o fornecedor e o cliente, o VMI é impraticável. Uma vez que a intenção do VMI é proporcionar economias de custos e eficiência para o distribuidor e fabricante, a tecnologia é a chave para perceber os ganhos de eficiência (Stratman, 1997).

Waller *et al.* (1999) destacam as vantagens de lançar um projecto-piloto antes de implementar uma solução VMI em grande escala. Um projecto-piloto permite que as partes envolvidas possam avaliar as suas verdadeiras necessidades e adiar investimentos em tecnologia, até ao efectivo custo em tecnologia ser demonstrado (Waller *et al.*, 1999). Holmstrom (1998) refere num caso de estudo que a execução de uma solução em grande escala foi rápida e eficiente, graças aos esforços despendidos no projecto-piloto. Jackson (2003) recomenda que uma série de testes devem ser realizados antes de dar início ao projecto-piloto. Estes testes devem abranger elementos como *software*, processos e pessoas.

Em conclusão, os benefícios do sistema VMI devem-se ao aumento do fluxo de informação entre o cliente e o fornecedor. Esta informação tem de fazer parte do processo diário de todas as partes envolvidas, para garantir a qualidade dos dados (Hall, 2001).

2.3 Selecção de fornecedores e produtos

De acordo com Nolan (1997) o cliente deverá ser muito importante para o fornecedor, bem como o este para o cliente, de modo a obter-se uma colaboração VMI com sucesso. O objectivo da selecção de fornecedores é identificar os fornecedores com maior potencial para melhor responder às necessidades da empresa a um custo aceitável (Kahraman *et al.*, 2003). A experiência de um fornecedor e os seus conhecimentos são recursos valiosos para o sucesso da implementação do sistema VMI. Na verdade o conhecimento do fornecedor é o factor chave no momento da selecção. Portanto, é importante que o cliente tenha confiança no fornecedor concedendo-lhe liberdade para executar o seu próprio negócio. O cliente deve partilhar os seus objectivos com o fornecedor e permitir que este manipule o sistema VMI de modo a atingir os objectivos. Na realidade o fornecedor é de facto o melhor recurso para ideias e práticas. Além disso, o cliente deverá escolher, se possível, um fornecedor com experiência anterior de utilização de sistemas VMI (Jackson, 2003).

Kuk (2004) afirma que as organizações, além de realizarem a tradicional distribuição e função de serviço ao cliente, devem procurar parceiros que possam fornecer transparência e conectividade através de uma cadeia de abastecimento *online*. Van Weele (2005) indica que a conectividade pode ser um desafio, especialmente quando se recorre ao EDI, devido a muitos padrões de utilização. Num caso de estudo conduzido por Nolan (1997), sugere-se que os produtos adequados para o VMI têm de ter padrões previsíveis de procura. Yang *et al.* (2003) afirmam que os produtos com procura estável e previsível são os mais adequados para o VMI. Ellinger *et al.*, (1999) partilham a mesma opinião e observam que parcerias VMI são mais populares para produtos com procura estável e elevado volume. Para Kuk (2004), a maioria dos benefícios podem ser aplicados a produtos que envolvam padrões de produção repetitiva, em vez de produtos personalizados, fluxo contínuo, ou situações de projecto. Assim sendo, De Toni *et al.*, (2005) argumentam que os produtos com imprevisível procura e baixa confiança não são

adequados para VMI. Os autores mencionam que o elevado volume de vendas, a curta distância entre fornecedores e clientes, o alto nível de *know how* e as tecnologias avançadas são as condições para o sucesso de um relacionamento VMI. Em contradição, Kaipia *et al.* (2002) descrevem que o VMI é mais adequado para produtos com volumes baixos do que tradicionais frequentes ordens de compra. A sua razão é que operações com produtos de elevado volume já estão bem delineadas, ao passo que para o baixo volume não foi dada a mesma atenção (Kaipia *et al.*, 2002). De Toni *et al.* (2005) argumentam que muitas pessoas afirmam que produtos adequados para implementações VMI são produtos padrão com procura estável e de um ciclo de vida elevado, referidos por Fisher (1997) como "produtos funcionais". Em contradição, este autor afirma que "produtos inovadores" necessitam de uma cadeia de abastecimento reactiva, devido à elevada incerteza do mercado e de um ciclo de vida baixo, que aumentam o risco de obsolescência e custos elevados. Além disso, De Toni *et al.* (2005) mencionam que "produtos inovadores" estão dependentes das reposições baseadas em necessidades reais e não por previsões destorcidas, esses produtos, assim, ganhariam maior vantagem no processo de VMI. Portanto, ambos os produtos funcionais e inovadores podem beneficiar de VMI.

2.4 Vantagens e desvantagens do sistema *Vendor Managed Inventory*

Vantagens para o cliente

Geralmente, VMI está associado a uma redução do nível de inventário, diminuição dos *stockouts* e um amortecimento dos custos de planeamento e ordens, devido ao facto de a responsabilidade ser transferida para o fornecedor. De acordo De Toni *et al.* (2005) VMI tem vantagens significativas para todas as partes envolvidas na cadeia de abastecimento. Vantagens como a melhoria no nível de serviço ao cliente, menos erros, devido à eliminação de documentos em papel, uma melhoria na visibilidade do mercado e um melhor planeamento. Hines *et al.* (2000) mencionam que VMI também melhora o serviço, recebendo o produto certo no momento certo.

Vantagens para o fornecedor

VMI não é só bom para o cliente como também tem vantagens para o fornecedor. Uma vez que o fornecedor tem mais liberdade para reposição das encomendas ao longo do

tempo e escolher as rotas de transporte que desejar (Cetinkaya *et al.*, 2000). Smaros *et al.*, (2003), explicam que o fornecedor tem a vantagem de poder reduzir os picos de procura, por exemplo atrasar as reposições não críticas. Além disso, como a procura é mais precisa, este pode planear melhor a sua produção. De acordo com Huang *et al.* (2005) o fornecedor pode beneficiar de informação mais exacta sobre os níveis de consumo do cliente, através disso consegue melhorar as suas previsões e organizar a produção consoante a procura. A informação transparente torna a procura mais suave e ainda mais fácil de antecipar. VMI permite que o fornecedor seja mais flexível, por ser capaz de poder ajustar o tempo e quantidades à sua própria situação e decidir quando deve fazer reposições (Hines *et al.*, 2000; Kaipia *et al.*, 2002). O fornecedor também pode otimizar a utilização do inventário, reduzir *stocks* e espaço, consequentemente diminuir o capital empatado (Hines *et al.*, 2000).

Vantagens para ambos

Tanto o cliente como o fornecedor obtêm vantagens. Ambas as partes estão interessadas em garantir um melhor serviço ao cliente. Ter correctos *stocks* quando o cliente necessita, acaba por beneficiar todas as partes. Os erros provenientes da entrada de dados serão menores, devido a comunicações computador a computador. A velocidade de processamento também irá melhorar. O tempo das ordens de compra será estabilizado, porque serão geradas numa base predefinida. O relacionamento VMI faz com que o fornecedor e cliente trabalhem muito próximos, o que proporciona o fortalecimento dos laços entre si.

Desvantagens para o cliente

Kraiselburd *et al.* (2004) afirmam que se os contratos VMI não forem bem claros ao nível de inventário, pode conduzir a elevados níveis de *stocks*. Pode existir o risco de fuga de informação de dados sensíveis, por parte do fornecedor ao fornecer concorrentes (Hines *et al.*, 2000). Assim o cliente tem normalmente o medo de perder o controlo (De Toni *et al.*, 2005). VMI também requer investimentos um pouco elevados em sistemas empresariais, e por vezes o cliente tem de compensar alguns investimentos do fornecedor (Hines *et al.*, 2000).

Desvantagens para o fornecedor

Hines *et al.* (2000) afirmam que quando VMI é iniciado pelo cliente, o fornecedor pode incorrer custos de inventário e administrativos, se o seu nível de inventário estiver baixo. Estes aumentos de custos são susceptíveis de ter efeitos sobre o *cash flow* ou liquidez. O trabalho administrativo também pode aumentar se diferentes clientes requerem diferentes sistemas VMI (Holweg *et al.*, 2005). Outra desvantagem para o fornecedor é que não há nenhuma garantia de que a implementação VMI será bem sucedida (Waller *et al.*, 1999).

2.5 Parâmetros afectados pelo sistema *Vendor Managed Inventory*

Inventário

Com VMI, a frequência de reposição de *stocks* é geralmente aumentada de mensal para semanal (ou mesmo diária), que beneficia ambas as partes. O fornecedor vê o sinal da procura na sua fábrica muito mais suave. Isto reduz os custos ao permitir uma melhor utilização dos recursos para a produção e transporte, mas também reduz as necessidades de grandes reservas de *stock*. O fornecedor pode tomar decisões de reposição de *stock* de acordo com as necessidades operacionais, e também tem a consciência da evolução da procura. Os benefícios da organização obter menores *stocks* durante o mês e não apenas no final do mês, torna este sistema recompensável (Waller *et al.*, 1999). Dong *et al.* (2002) mencionam que através de uma relação VMI entre fornecedor e cliente o custo com o inventário irá ser reduzido, mas destaca que o fornecedor, no curto prazo não pode beneficiar da redução de custos, pode ainda sofrer um aumento. Isto devido ao facto de que o fornecedor tem mais ou menos propriedade do inventário do cliente. No longo prazo, quando o fornecedor e o cliente ajustarem a sua distribuição, ambas as partes irão obter menores níveis de inventário. Segundo Lapide (2002), o motivo para a descida dos níveis de *stock* por parte do fornecedor e cliente é que com VMI estes não têm *stock* a mais do que o necessário. Contudo, a maioria dos fornecedores não conseguem reduzir os seus inventários com VMI, porque este só representa uma pequena parte da sua actividade total. No entanto a suavização trazida pelo VMI é potencialmente o maior benefício na contratação de fornecedores com esta ferramenta numa parcela significativa da sua

actividade (Hall, 2001). Finalmente, VMI também reduz os custos associados com produtos velhos e obsoletos no mercado (Datalliance, 2006).

Administrativo

No processo tradicional existe duplicação de trabalho, onde fornecedor e cliente são envolvidos em tarefas semelhantes. Ao contrário VMI permite a eliminar a duplicação de trabalho, uma vez que o fornecedor assume a responsabilidade do processo de encomenda (Holmstrom, 1998). Segundo Hall (2001) a redução dos custos administrativos revertem para ambas as partes. A vantagem para o cliente é fácil de ver. O cliente necessita de menos tempo para encomenda. Ambas as partes dedicam menos tempo para corrigir os erros de informação, sobre quantidades, produtos e diferenças entre encomendas. Essa vantagem pode ser ainda melhor se o fluxo de informação for mais frequente. Waller *et al.* (1999) partilham da mesma opinião e referem que VMI implica menos erros de interpretação entre o cliente e o fornecedor. O fornecedor terá uma visão mais precisa da procura, o que vai torná-lo mais capaz de interpretar a procura do cliente e planear a sua produção de forma mais eficiente. Datalliance (2006) menciona que os compradores obtêm uma redução de pelo menos 50% no tempo dispendido, com VMI.

Produção

Muitos fornecedores são atraídos para o VMI porque reduz a incerteza da procura (Waller *et al.*, 1999). O melhor conhecimento da procura do cliente, torna possível encurtar o tempo de *setup*, que por sua vez diminui os custos de produção. Isto é possível graças ao fornecedor ter acesso mais cedo ao consumo do cliente, logo este tem mais tempo para reagir a mudanças de procura, trazendo benefícios ao planeamento da produção (Kaipia *et al.*, 2002). Infrequentes grandes ordens para produzir forçam os fornecedores a manter um excesso de capacidade ou excesso de produtos acabados, que são soluções muito caras para responder ao cliente. VMI ajuda a estabilizar os altos e baixos de produção, permitindo pequenos depósitos de capacidade e inventário (Waller *et al.*, 1999). A chave fundamental para o sucesso é a boa conectividade entre o fornecedor e o cliente, através do qual o fornecedor tem acesso directo à informação sobre o consumo, com a finalidade de responder melhor às necessidades de inventário do cliente (Kuk, 2004).

Transportes

Os custos de transporte são menores com VMI. Gerido correctamente permite reduzir a percentagem de custos das encomendas. Isto é conseguido, permitindo ao fornecedor coordenar o processo de reposição de *stocks* em vez de responder automaticamente às ordens de encomenda recebidas. Outra opção é uma rota mais eficiente, por exemplo, dedicar um camião a fazer múltiplas paragens em clientes próximos uns dos outros (Waller *et al.*, 1999). Ao contrário Pohlen *et al.* (2003) referem que o custo de transporte aumenta, visto que o numero de entregas será mais frequente e em menores quantidades.

Nível de serviço

Na perspectiva do vendedor, o nível de serviço é geralmente avaliado pela medição da disponibilidade do produto. Basicamente traduz-se na simples noção de que se um produto não está na loja quando o cliente entra, em seguida, uma venda é perdida (Waller *et al.*, 1999). Nível de serviço é definido como o produto certo, na quantidade certa, na hora certa pelo preço certo entregue ao cliente. O problema do nível de serviço é o de manter o nível elevado, sem aumentar os custos (Christopher, 1992). Kuk (2004) defende a aceleração do fluxo de informação. Ele argumenta que um dos benefícios do VMI é o fornecedor conseguir construir previsões mais precisas com a informação completa do consumo por parte do cliente. Isso resulta numa melhor resposta à procura do cliente final. Com um sistema VMI, a coordenação das reposições em vários clientes contribui para uma melhoria do serviço. O processo de transporte utilizado melhora o atendimento ao cliente ainda mais. Sem um sistema VMI, as remessas são muitas vezes rejeitadas pelos distribuidores, porque existem falhas de comunicação entre compradores centralizados e centros de distribuição descentralizados. No entanto, com VMI o fornecedor geralmente calendariza com antecedência as reposições, na esperança de assegurar prazos de entrega mais previsíveis (Waller *et al.*, 1999). As empresas com VMI podem assegurar elevados níveis de serviço, mantendo os custos baixos. Isto é devido à contínua troca de informações entre comprador e o fornecedor (Christopher, 1992). Angulo *et al.* (2004) afirmam que a troca de informações resultará em melhoria da produção e planeamento, assim, melhora os níveis de serviço. Hines *et al.* (2000), Kuk (2004) e Waller *et al.* (1999) concluem que os

resultados VMI aumentam o nível de serviço ao cliente, devido à diminuição do risco de não cumprimento das reposições.

2.6 Custos de funcionamento do sistema de gestão de *stocks*¹

Para determinar parâmetros óptimos de gestão de *stocks* é fundamental ter em conta todos os custos que podem influenciar.

Custos de aquisição

Custos de aquisição serão os custos a pagar ao fornecedor pelo material, ou seja o custo unitário do produto, $C1$, a multiplicar pela quantidade encomendada, Q , caso não se verifique descontos variáveis com a quantidade encomendada.

Custos de encomenda

Custos de encomenda são todos os custos que estão por trás do processo de encomenda, desde os custos de comunicações para colocar a encomenda passando pelos custos de recepção até aos custos de inspecção dos materiais encomendados. Estes custos não dependem da quantidade encomendada, serão considerados custos fixos de colocação de encomenda, representados por A .

Custos de posse do *stock*

Nestes custos estão incluídos custos directos como custos de seguros, impostos, roubos, renda das instalações e custos de funcionamento como luz, água, mão-de-obra, etc. Os custos directos não são o mais importante, mas sim o custo de oportunidade que nunca aparecerá no balanço. Este provém de ter o capital investido em *stock* em vez de o investir em outra aplicação financeira mais rentável. O seu valor irá ser igual à maior taxa de rendibilidade que a empresa poderia obter com a aplicação. Outro custo que faz parte é o custo de obsolescência, que é o custo por unidade eliminada por se ter tornado obsoleta.

¹ (Adaptado Valadares Tavares *et al.*, 1997)

Custos de rotura

Custos de rotura são os custos que estão associados quando há rotura de *stock*, ou seja quando se pretende um artigo para produzir ou vender e não o possuímos em armazém. Estes custos são bastante difíceis de calcular e podem estar divididos em duas partes, uma em que a rotura de *stock* origina a perda de encomendas temporária ou definitiva, logo perda de lucros, outra parte em que o cliente aguarda pelas encomendas não se perdendo o cliente, mas que também implica custos administrativos, imobilizações de equipamentos por causa de encomendas pendentes e aquisição mais rápida dos artigos. Este custo representa-se por $C'3$.

Custos de transporte

Custos de transporte são todos os custos relacionados com o transporte das mercadorias desde o fornecedor até às instalações da BSS. Neste caso de estudo foi considerado o custo de transporte como sendo um custo fixo, representado por Ct .

2.7 Dimensionamento do inventário

Stock de segurança

O *stock* de segurança protege contra eventuais flutuações da procura, *lead time* e abastecimento. Se o fornecedor não está apto a fornecer no tempo pedido ou nas quantidades desejadas, o *stock* de segurança é preciso para evitar paragens da produção. Para criar *stock* de segurança basta encomendar quantidades mais cedo do que o necessário, isto é, se o *lead time* for de três semanas, pode-se ordenar a encomenda cinco semanas antes e assim já estamos a criar um *stock* de segurança de duas semanas. (Krajewski *et al.*, 2005)

No entanto existem várias formas de calcular o *stock* de segurança, o que aqui vamos mencionar será um *stock* de segurança baseado no nível de serviço desejado.

Dimensionar o *stock* de segurança com o ponto pretendido de nível de serviço e variação da procura para um produto específico, dá a possibilidade de calcular a aceitação de rotura do fluxo de material na produção.

$$S = Z_{\alpha} \times \sigma \quad (\text{Equação 1})$$

$$\sigma = \sqrt{\bar{\tau} \times \sigma_r^2 + \sigma_{\tau}^2 \times \bar{r}^2}$$

S = *Stock* de segurança

Z_{α} = Factor de segurança

\bar{r} = Procura média semanal

$\bar{\tau}$ = *Lead time* médio semanal

σ_r = Desvio padrão da procura

σ_{τ} = Desvio padrão do *lead time*

Factor de segurança

O factor de segurança pode ser determinado a partir da distribuição normal, para um nível de serviço pretendido. O factor de segurança é calculado através do nível de serviço desejado, para um determinado nível de serviço corresponde um factor de segurança (Tabela 1).

Nível de serviço	Factor de segurança
60,00%	0,25
70,00%	0,52
80,00%	0,84
85,00%	1,04
90,00%	1,28
95,00%	1,64
97,00%	1,88
98,00%	2,05
99,00%	2,33
99,50%	2,58
99,90%	3,09

Tabela 1: Exemplos de níveis de serviço com os correspondentes factores de segurança, através da distribuição normal.

Fonte: Jonsson (2005).

Quantidade económica de encomenda

EOQ é a quantidade encomendada que minimiza os custos de inventário, como custos de posse e encomenda. A fórmula do EOQ foi desenvolvida por Ford Harris em 1913, esta provém do custo total de inventário.

Considerando o modelo determinístico onde a procura é constante e não há rotura. O custo total por ciclo é igual ao custo de encomenda mais custo de aquisição e custo de posse.

EOQ = *Economic Order Quantity*

r = Procura anual

A = Custo de encomenda

$C2$ = Custo de posse

$C1$ = custo de aquisição unitário

Custo total por ciclo:

$$C_T = A + C1Q + C2 \frac{Q}{2} \bar{T}$$

O custo total por unidade de tempo, K , será dado pela expressão:

$$K = \frac{C_T}{\bar{T}} = \frac{A}{\bar{T}} + \frac{C1Q}{\bar{T}} + C2 \frac{Q}{2}$$

Atendendo que a quantidade a encomendar é igual à procura média por ciclo, $Q = \bar{T} \times r$

$$K = \frac{Ar}{Q} + C1r + C2 \frac{Q}{2}$$

Se derivarmos K em função de Q e igualarmos a zero iremos obter a quantidade económica a encomendar.

$$\frac{\partial K}{\partial Q} = 0 \Rightarrow -\frac{Ar}{Q^2} + \frac{C2}{2} = 0$$

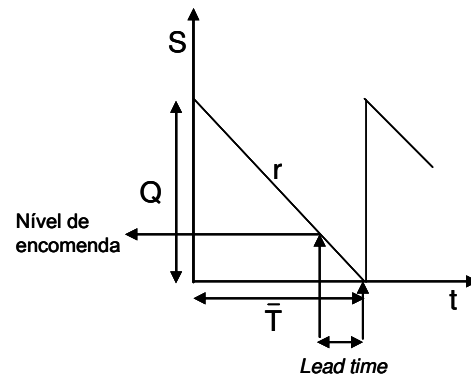


Figura 1: Exemplo de um ciclo de *stock*.

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times r \times A}{C_2}} = EOQ \quad (\text{Equação 2})$$

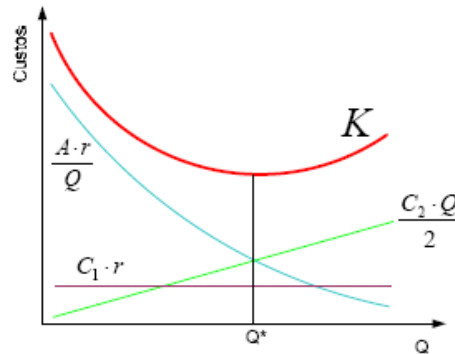


Figura 2: Gráfico que representa o EOQ.
Fonte: Ford Harris (1913).

Optimização²

Os problemas de optimização em modelos estocásticos são mais complexos do que nos casos determinísticos. Optimizar aqui, é entendido como minimizar os custos de funcionamento.

Neste caso iremos fazer a optimização para o modelo do nível de encomenda que é o utilizado neste caso de estudo. Iremos considerar nos casos em que ocorra rotura os pedidos não satisfeitos não irão ser perdidos, ficarão em carteira. Também se irá admitir que existe um custo de rotura proporcional à quantidade em falta, independente do tempo de carência (representar-se-á C_3 como o custo de rotura por unidade em falta).

Como já foi visto anteriormente, os custos de funcionamento do inventário pode ser decomposto em custos de encomenda, posse, transporte, rotura.

Custo de encomenda: A

Custo de transporte: C_t

² (Adaptado Valadares Tavares *et al.*, 1997)

Custo de posse: por definição *stock* de segurança, S , é o nível de existências imediatamente antes de uma nova encomenda chegar. Depois de a encomenda chegar o nível de existências sobe para $Q + S$. Se considerarmos ao início de um ciclo no momento em que uma encomenda chega, as existências no início do ciclo serão $Q+S$ e no final do ciclo serão S .

Assim o nível médio de existências será:

$$\frac{Q+S}{2} + \frac{S}{2} = \frac{Q}{2} + S$$

Se definirmos o *stock* de segurança como sendo igual ao ponto de encomenda menos a procura durante o tempo de reposição, $S = M - \mu$.

$$\frac{Q}{2} + S = \frac{Q}{2} + M - \mu$$

Deste modo, o custo de posse por ciclo será dado:

$$C_2 \left(\frac{Q}{2} + M - \mu \right) \bar{T} \quad \text{(Equação 3)}$$

Custo de rotura: o custo de rotura por ciclo será produto de C_3 pelo número de unidades em falta.

$$C_3 \int_M^{+\infty} (x - M) h(x) dx \quad \text{(Equação 4)}$$

O custo total por ciclo, C_T , será dado pela soma das expressões:

$$C_T = A + C_2 \left(\frac{Q}{2} + M - \mu \right) \bar{T} + C_3 \int_M^{+\infty} (x - M) h(x) dx + C_t$$

O custo total por unidade de tempo, K , será dado pela expressão:

$$K = \frac{C_T}{\bar{T}} = \frac{A}{\bar{T}} + C2\left(\frac{Q}{2} + M - \mu\right) + \frac{C'3}{\bar{T}} \int_M^{+\infty} (x - M)h(x)dx + \frac{Ct}{\bar{T}}$$

Atendendo que a quantidade a encomendar é igual à procura média por ciclo, $Q = \bar{T} \times \bar{r}$

$$K = \frac{A\bar{r}}{Q} + C2\left(\frac{Q}{2} + M - \mu\right) + \frac{C'3\bar{r}}{Q} \int_M^{+\infty} (x - M)h(x)dx + \frac{\bar{r} \times Ct}{Q} \quad \text{(Equação 5)}$$

Como se pode verificar na expressão anterior existem duas variáveis de decisão, o nível de encomenda, M, e a quantidade a encomendar, Q. Para determinar os valores de M e Q que minimizem os custos iremos aplicar derivadas parciais à expressão e igualá-las a zero:

$$\begin{cases} \frac{\partial K}{\partial Q} = 0 \Rightarrow -\frac{A\bar{r}}{Q^2} - \frac{\bar{r}Ct}{Q^2} + \frac{C2}{2} - \frac{C'3\bar{r}}{Q^2} \int_M^{+\infty} (x - M)h(x)dx = 0 \\ \frac{\partial K}{\partial M} = 0 \Rightarrow C2 + \frac{C'3\bar{r}}{Q} \left(-Mh(M) + Mh(M) - \int_M^{+\infty} h(x)dx \right) = 0 \end{cases}$$

Pode-se definir as equações como:

$$Q = \sqrt{\frac{2\bar{r}(A + Ct + C'3 \int_M^{+\infty} (x - M)h(x)dx)}{C2}} \quad \text{(Equação 6)}$$

$$\int_M^{+\infty} h(x)dx = \frac{C2Q}{C'3\bar{r}} \quad \text{(Equação 7)}$$

Como existe interacção entre Q e M iremos recorrer a um método iterativo para obter a solução óptima.

Procedimento do método iterativo:

1. Começar com um valor de Q dado pela expressão do lote óptimo determinístico, fazendo $r = \bar{r}$.
2. Utilizar a Equação 7 para determinar o valor de M correspondente a Q.

3. Utilizar a Equação 6 com o valor de M encontrado no passo anterior, para determinar um novo valor de Q.
4. Voltar ao passo 2.

Este processo iterativo converge rapidamente, em geral não é necessário ir além de 3 iterações para conseguir boas aproximações de Q e M.

Neste caso recorre-se à tabela da distribuição normal para calcular $h(x)$, visto que a procura durante o tempo de reposição segue uma distribuição normal, de média μ e desvio padrão σ , isto é $h(x) = N(x; \mu, \sigma)$.

2.8 *Acordo Vendor Managed Inventory*

Elvander, (2005) menciona que um contracto VMI deve ser dividido em duas partes, uma com os assuntos comerciais e jurídicos e outra relacionada com os aspectos logísticos. Para ele o acordo comercial deve conter:

- ✓ Intercâmbio de informação em que o cliente é responsável por fornecer as informações correctas ao fornecedor. Além de informações sobre o que é enviado, deveria conter também informações sobre como e quando a informação é enviada, bem como a forma de como a informação é confirmada e tratada.
- ✓ Tratamento de erros e informações sobre a gestão de crises e como a desordem em rotinas normais deve ser tratada.
- ✓ Aspectos de segurança acerca da movimentação da informação e confidencialidade.
- ✓ As pessoas responsáveis pela informação e as suas cópias de segurança.

O acordo logístico deve conter *lead time*, níveis máximos e mínimos de *stocks*, quantidades mínimas de entrega e quantidades múltiplas (Elvander, 2005). Hines *et al.* (2000) apresenta outros aspectos que devem ser incluídos no acordo, como:

- ✓ Limitações operacionais de espaço máximo de armazenamento atribuído, procura e perfis de entrega. Os perfis de entrega devem conter informações sobre o período de notificação, tamanho mínimo do lote e janelas de entrega.
- ✓ Informações do desempenho com informação sobre o nível de serviço, incluindo previsões da procura, variações, níveis de inventário e rotações de inventário.
- ✓ A responsabilidade em matéria de seguros, danos e obsolescência e deterioração.
- ✓ Critérios de término para os produtos na relação VMI.

3 Implementação na *Bosch Security Systems*

Este capítulo apresenta a parte logística da implementação do sistema VMI na BSS.

Como já foi dito anteriormente, a organização tem se empenhado no processo de melhoria continua. Para dar continuidade a este conceito a empresa decidiu implementar um sistema VMI na sua cadeia de abastecimento.

O principal objectivo da implementação é a redução dos níveis de *stocks* e obter um melhoria de todos os processos de compra por parte dos compradores repetitivos.

3.1 Apresentação do Grupo Bosch

Em 1886, Robert Bosch fundou a "Oficina de mecânica de precisão e engenharia eléctrica" em Estugarda. Este foi o nascimento da globalmente activa Robert Bosch GmbH. O desenvolvimento da ignição por magneto foi o motor de arranque para o sucesso, e rapidamente se tornou um grande fornecedor da indústria automóvel. O Grupo Bosch é detido em 8% pela família Robert Bosch e 92% pela fundação Robert Bosch que tem a seu cargo as actividades filantrópicas e sociais tal como estipulou o seu fundador, alargando os seus objectivos para corresponder à sociedade moderna. A Fundação utiliza os seus fundos para apoio a actividades inter-culturais, de carácter social e investigação médica. Actualmente o Grupo Bosch é líder mundial no fornecimento de tecnologia e serviços e está dividido em três grandes áreas (Figura 3): Tecnologia Automóvel, Tecnologia Industrial e Bens de Consumo e Tecnologia de Construção. (Intranet Grupo Bosch, 2008)

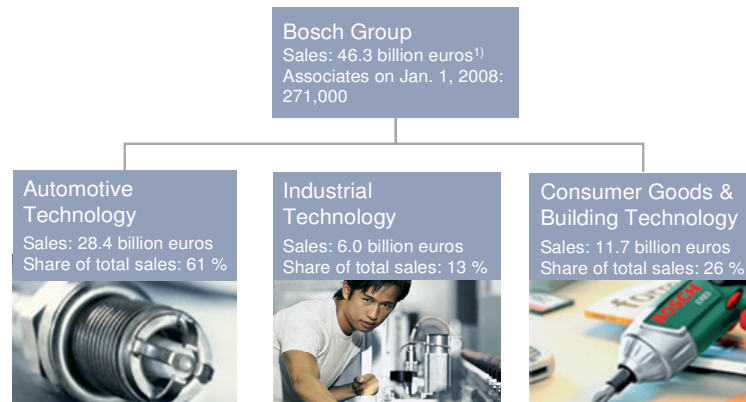


Figura 3: Divisões do Grupo Bosch.
 Fonte: Intranet Grupo Bosch (2008).

A chave para o sucesso do Grupo Bosch é a qualidade, "Sempre foi um pensamento insuportável para mim, que alguém possa inspeccionar alguns dos meus produtos, e achá-los inferiores em algum ponto. Por essa razão tenho constantemente produzido produtos que suportem a mais minuciosa análise - produtos que se provam a "si mesmos" superiores, a todos os respeito." (Robert Bosch, 1918)

No ano de 2007, com um crescimento das vendas de 6%, o volume de negócios no grupo a nível mundial ascendeu a 46,3 mil milhões de euros com cerca de 271.300 colaboradores. O peso do investimento em Investigação e Desenvolvimento permaneceu e foi de 3,6 mil milhões de euros. (Intranet Grupo Bosch, 2008)

A Bosch Security Systems é uma empresa do Grupo Bosch e provém da divisão de Bens de Consumo e Tecnologia de Construção. O início da sua actividade remonta ao ano de 1920. Começou como negócio de engenharia, instalação e manutenção de sistemas de segurança na Alemanha. A empresa é um fornecedor de soluções inovadoras e globais completas, de alta qualidade, para a área da segurança e comunicação. Com um sortido incomparável e uma abordagem global ao mercado, a empresa oferece uma gama completa de produtos e sistemas inovadores especializados ou aplicações e projectos padrão ou personalizados. Em 2007 obteve um volume de negócios de 1,391 milhões de euros, composta por 10.757 colaboradores. É uma das 5 maiores empresas a nível mundial, de fabrico e distribuição de produtos de segurança e líder em Sistemas de Congressos. (Intranet Grupo Bosch, 2008)



Figura 4: Fábricas da Bosch Security Systems no mundo
 Fonte: Intranet Grupo Bosch (2008).

Antes da integração na Bosch Security Systems, o centro de produção de Ovar foi parte da Unidade de Negócios Philips *Communication, Security and Imaging* (Philips CSI), tendo já anteriormente assumido outras designações dentro do grupo Philips. A sua aquisição pela Bosch Security Systems foi concretizada em Outubro de 2002. O centro de produção de Ovar produz câmaras de vídeo, monitores e gravadores digitais e está integrado na área *Product Business* pertencendo à Unidade de Negócios CCTV (gestão da unidade de negócios localizada em *Eindhoven*). Ao longo dos anos a Organização empenhou-se no processo de melhoria contínua, com impacto na sua competitividade. (Intranet Grupo Bosch, 2008)

3.2 Processo de implementação

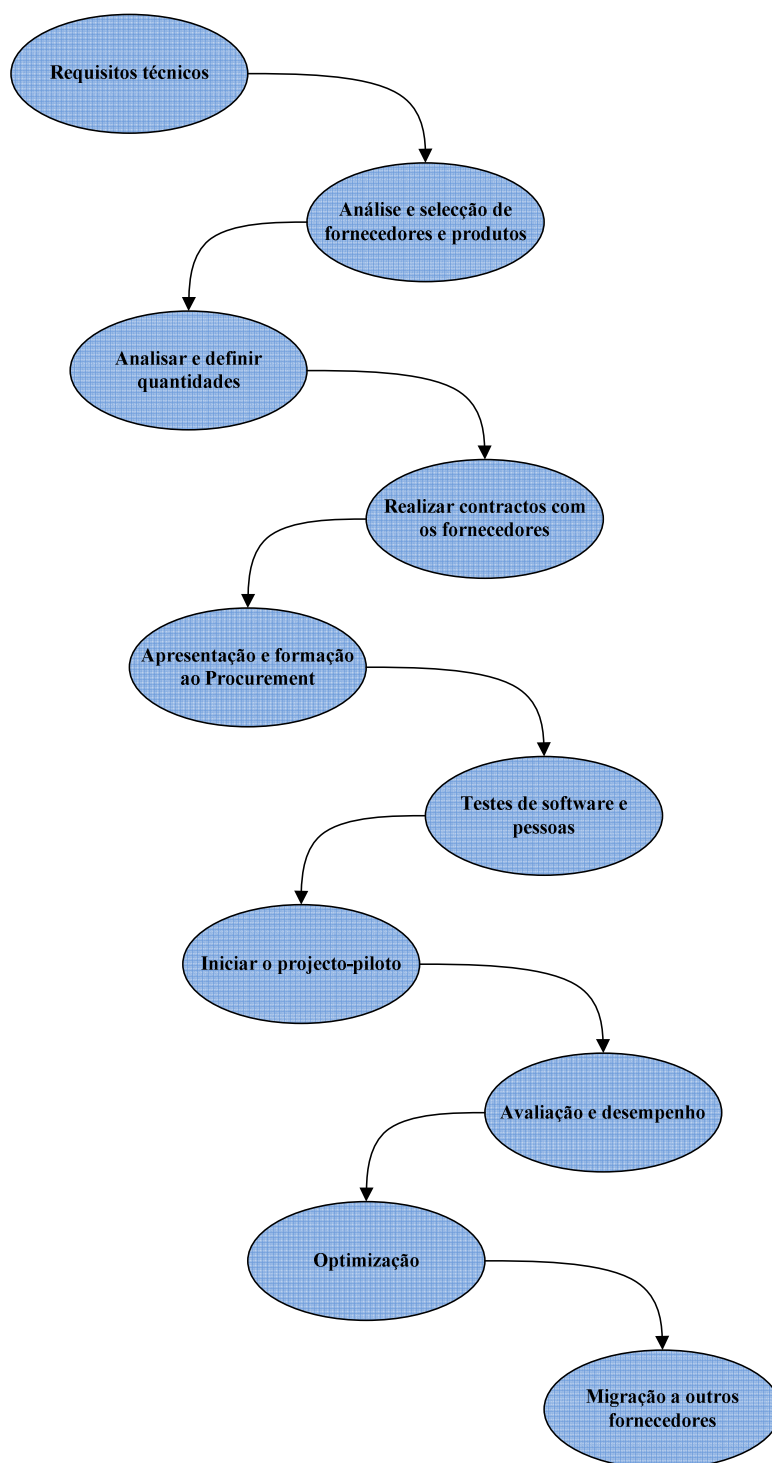
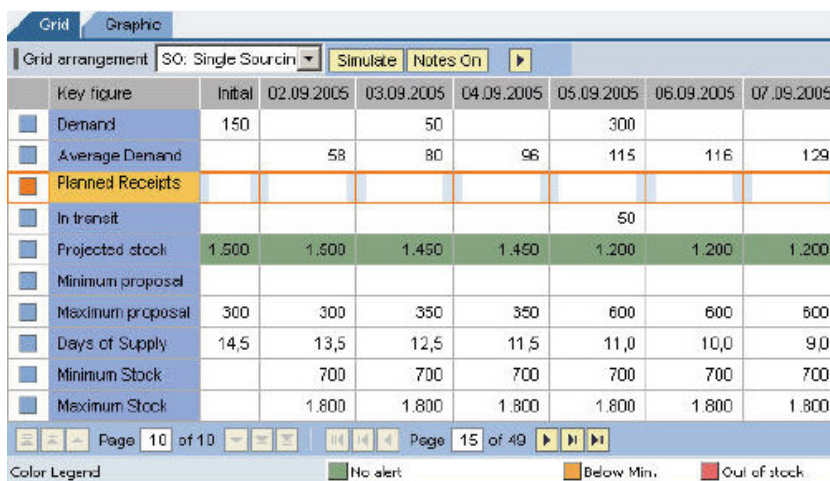


Figura 5: Processo Implementação VMI

Requisitos técnicos

Os requisitos fundamentais para iniciar uma parceria VMI são uma conexão EDI ou WebEDI entre a BSS e os fornecedores, assim como uma aplicação VMI, Figura 6. A BSS deve realizar um contrato de transferência de dados por EDI com o seu fornecedor. Os dados são geralmente visualizados na aplicação VMI. Caso o fornecedor use uma conexão de EDI directo com a BSS, os dados também são fornecidos através desta ligação paralela, para que o fornecedor seja capaz de continuar o processamento dos dados no seu sistema. O fornecedor irá usar a aplicação VMI estipulada pela BSS, onde fornecedor e cliente podem observar os níveis de inventário e controlar todo o processo. Para isso terá de se registar na plataforma definida pela BSS. Caso o fornecedor opte por usar a sua aplicação VMI, este terá de garantir que os dados, conteúdos e funções estejam de acordo com o que é estipulado pela BSS.



The screenshot shows a VMI application interface with a 'Grid' tab selected. The interface includes a 'Grid arrangement' dropdown set to 'SO: Single Sourcin', and buttons for 'Simulate' and 'Notes On'. Below these is a table with columns for 'Key figure', 'Initial', and dates from '02.09.2005' to '07.09.2005'. The table lists various key figures such as Demand, Average Demand, Planned Receipts, In transit, Projected stock, Minimum proposal, Maximum proposal, Days of Supply, Minimum Stock, and Maximum Stock. A 'Page 10 of 10' indicator is visible at the bottom left, and a 'Page 15 of 49' indicator is at the bottom right. A 'Color Legend' at the bottom indicates 'No alert' (green), 'Below Min.' (yellow), and 'Out of stock' (red).

Key figure	Initial	02.09.2005	03.09.2005	04.09.2005	05.09.2005	06.09.2005	07.09.2005
Demand	150		50		300		
Average Demand		58	80	96	115	116	129
Planned Receipts							
In transit					50		
Projected stock	1.500	1.500	1.450	1.450	1.200	1.200	1.200
Minimum proposal							
Maximum proposal	300	300	350	350	600	600	600
Days of Supply	14,5	13,5	12,5	11,5	11,0	10,0	9,0
Minimum Stock		700	700	700	700	700	700
Maximum Stock		1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800

Figura 6: Aplicação VMI.
Fonte: Intranet Grupo Bosch (2008).

Análise de fornecedores e produtos

Como anteriormente tínhamos visto a selecção dos fornecedores depende do seu nível de experiência em VMI, e que tenha uma boa relação com a BSS. Para iniciar o projecto-piloto a BSS decidiu escolher dois fornecedores, um nacional e outro estrangeiro. Ambos já efectuem relacionamentos VMI com outras fábricas do Grupo Bosch, por isso já possuem conhecimento adequado para começar o projecto-piloto, assim como os requisitos técnicos. Contudo, acerca da selecção de produtos, esta não respeita a totalidade dos

aspectos teóricos, esta decisão deve-se à selecção dos fornecedores, a BSS deu prioridade aos fornecedores, visto que através deles pode-se apreender em alguns aspectos devido à sua experiência em VMI. Portanto, para facilitar o projecto-piloto a BSS conclui que vai incluir todos os produtos dos fornecedores seleccionados. Cada fornecedor tem aproximadamente quarenta produtos, o parceiro estrangeiro tem produtos bastante caros, enquanto que o nacional detém produtos de um nível mais baixo.

Condições gerais e regras do controlo VMI

Condições, regras e parâmetros de controlo VMI devem ser determinados entre a BSS e fornecedor como se pode ver na tabela em baixo. As respectivas definições encontram-se a seguir à tabela.

Acordo logístico V M I								
Número Bosch	Unidades das quantidades	Quantidades do pacote	Quantidade mínima de encomenda	Notificação das transferências previstas	Limites do inventário	Limite inferior MIN	Limite superior MAX	Frequência de variação dos limites do inventário
[Obrigatório]	[opcional]	[opcional]	[opcional]	[Obrigatório]	[Obrigatório]	[Obrigatório]	[Obrigatório]	[Obrigatório]

Fonte: Intranet Grupo Bosch (2008).

Número Bosch – Código Bosch com dez dígitos.

Unidades das quantidades – Unidade na qual o produto é fornecido (por exemplo: metro, peça, quilograma, litro, etc.)

Quantidades do pacote – Menor unidade (metro, peça, quilograma, etc.) em que o material pode ser fornecido, respeitando a regra acordada com o tamanho da embalagem (paleta, euro paleta, contentor, etc.)

Quantidade mínima de encomenda – Quantidade mínima que pode ser encomendada, é equivalente a um múltiplo da quantidade do pacote.

Notificação das transferências previstas – O estado pode ser “sim” ou “não”. Acordo com o fornecedor para inserir na aplicação VMI o respectivo plano de entregas para o material a ser fornecido com a data de recebimento em *stock* VMI.

Limites do inventário – O estado pode ser “fixo” ou “variável”. Limites fixos de inventário são dados em valor absoluto. Para limites variáveis, os valores são baseados no múltiplo da média diária de requisitos.

Limite inferior MIN – É o limite inferior de *stock*, ou seja o fornecedor tem de se responsabilizar por manter o *stock* sempre acima desse nível. Se o *stock* disponível em alguma circunstância for mais baixo que esse limite, então será gerado um sinal de alarme que permite alertar o fornecedor para a reposição de *stock*.

Limite superior MAX – É a quantidade máxima de *stock* que o inventário pode armazenar. O fornecedor nunca poderá enviar *stock* que vá exceder esse limite.

Frequência de variação dos limites do inventário – Define quando ou quantas vezes os limites do inventário podem ser alterados (como regra, em cada caso, “x” os dias antes da mudança de mês para o mês seguinte).

Contrato com fornecedores

O contrato VMI contempla vários aspectos como:

- ✓ Âmbito do contrato
 - O objectivo do contracto é regular as transições VMI entre a BSS e o fornecedor.
- ✓ Definições e abreviaturas
 - Consiste numa introdução acerca do VMI e como funciona este sistema, para que o fornecedor tenha um melhor conhecimento do que se trata. As abreviaturas são para facilitar a troca de informação entre fornecedor e cliente, para que ambos “falem” a mesma língua.
- ✓ Transportes
 - A quem recai a responsabilidade do transporte.

- ✓ Requisitos para o VMI
 - Requisitos técnicos que são necessários para iniciar VMI para ambos.
- ✓ Princípios e elementos de controlo
 - Explicação de todo o processo de troca de informação e procedimentos de cada parte.
- ✓ Descrição da rota dos dados
- ✓ Responsabilidades com o processo funcional VMI
 - Responsabilidades que a BSS tem sobre o fornecimento correcto dos dados da procura.
- ✓ Descrição do formato dos dados
 - Tipos de formato de dados que serão utilizados para o VMI
- ✓ Alertas
 - Tipos de alertas que podem ser configurados, para prevenir possíveis rupturas.
- ✓ Avaliação de fornecedores e desempenho das entregas
 - Consiste em quantificar a avaliação dos fornecedores e o desempenho das entregas.
- ✓ Término do contracto
 - Duração do contrato com o fornecedor, e como fazer para terminar o contrato.
- ✓ Anexos
 - Anexo 1 – Contactos das pessoas que são responsáveis.
 - Anexo 2 – Definição dos produtos com controlo VMI.
 - Anexo 3 – Condições gerais e regras do controlo VMI.
 - Anexo 4 – Alertas
 - Anexo 5 – Cálculos da avaliação dos fornecedores e desempenho das entregas.

Transporte

Para iniciar o projecto-piloto a BSS vai utilizar duas formas de transporte. Uma com o fornecedor nacional (fornecedor A), onde a BSS se vai responsabilizar pelo transporte. Isto porque a BSS já tem um acordo de transporte com este fornecedor. Este acordo

funciona através do *MilkRun*, em que a BSS se responsabiliza por passar diariamente pelo fornecedor e trazer as encomendas. Outra forma é com o fornecedor estrangeiro (fornecedor B) onde este se vai responsabilizar pelo transporte até às instalações da BSS.

Apresentação e formação às pessoas do *Procurement*

Procurement é o grupo de compradores que efectua compras repetitivas, ou seja, o conjunto de pessoas que fazem o controlo dos níveis de *stock* de matéria-prima para a produção. A apresentação será realizada por um colaborador da BSS através de uma explicação básica de como funcionam sistemas VMI e o que irá afectar nas tarefas diárias dos compradores. O grupo do *procurement* também irá ter formação mais avançada, esta será realizada por um colaborador da empresa que fornece a aplicação informática para o funcionamento VMI, esta será dada através de *netmeeting*, uma aplicação informática que permite fazer apresentações online. Ainda será efectuado *benchmark* a uma fábrica do Grupo Bosch em Portugal que já utiliza sistemas VMI.

Duração do projecto-piloto e impacto

O tempo previsto para a duração do projecto-piloto é de um mês, mas pode variar um pouco consoante o nível de desempenho. O projecto-piloto representa um *turnover* cerca de dezoito por cento no que se estima que venha a ser o VMI na organização e irá ter um impacto de seis por cento no *turnover* da organização.

Avaliação e desempenho

A avaliação de desempenho dos fornecedores será efectuada na aplicação VMI, através desta conseguimos visualizar o desempenho do fornecedor. Os cálculos para efectuar a avaliação são os seguintes:

- ✓ Um nível de *stock* dentro dos níveis acordados, terá um nível de serviço de 100% e um factor igual a 1.
- ✓ Um nível de *stock* acima do limite máximo predefinido terá um nível de serviço de 1% e factor 1.
- ✓ Um nível de *stock* abaixo do limite mínimo predefinido terá um nível de serviço 1% e factor 3.

- ✓ Um nível de *stock* nulo ou ruptura de *stock* irá ter um nível de serviço 1% e factor 7.

A fórmula

O desempenho VMI é medido por dia:

$$\frac{100\% * 1 * SB + 1\% * 1 * SH + 1\% * 3 * SL + 1\% * 7 * ST}{1 * SB + 1 * SH + 3 * SL + 7 * ST}$$

$$\frac{\sum \text{Nível de serviço em \%} * \text{Factor} * \text{Número de dias}}{\sum \text{Factor} * \text{Número de dias}}$$

SB = Número de dias em que o *stock* está entre o nível acordado.

SH = Número de dias em que o *stock* está acima do limite máximo acordado.

SL = Número de dias em que o *stock* está abaixo do limite mínimo acordado.

ST = Número de dias em que o *stock* é nulo ou existe ruptura de *stock*.

Exemplo para um produto:

Acções	Factor	Nível de serviço em %	Janeiro	Fevereiro
Dias			31	28
SB	1	100	24	28
SH	1	1	4	0
SL	3	1	3	0
ST	7	1	0	0
Desempenho VMI [%]			65,22	100,00

Tabela 2: Tabela de desempenho VMI
Fonte : Intranet Grupo Bosch (2008).

3.3 Dimensionamento dos níveis de inventário

Características da procura

BSS é uma organização que é caracterizada por produzir baixo volume de produtos e elevada variedade, como consequência disso a organização necessita de ser bastante flexível. Este facto vai influenciar a procura porque há frequentemente mudanças drásticas da procura.

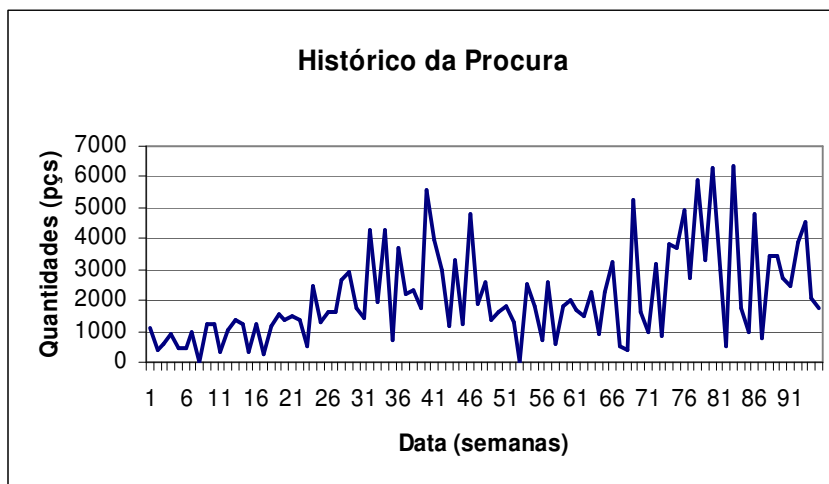


Figura 7: Gráfico do histórico da procura do produto 8, de Mar 07 até Feb 09.

O gráfico mostra a procura semanal para um produto de classe A, ou seja um dos produtos mais caros e com consumos mais elevados. Como se pode ver existem vários picos de procura.

Análise da procura

A análise da procura começa com a recolha dos dados do sistema de informação da BSS. Com o objectivo de obter resultados com menor percentagem de erro decidiu-se analisar dados históricos de dois anos, ou seja os dados analisados têm origem a 1 de Março de 2007 até 28 de Fevereiro de 2009. Ao retirar os dados do sistema verificou-se que nem todos os dias tínhamos consumos, por isso decidiu-se agrupar os dados por semana.

Para proceder a uma correcta utilização dos dados recorreu-se ao software *EasyFit* com o objectivo de ajustar a distribuição certa ao histórico da procura. Isto é, através do software foram realizados testes de *Kolmogorov-Smirnov* (K-S), (Figura 8) aos dados da procura.

Goodness of Fit - Details [hide]					
Lognormal (3P) [#41]					
Kolmogorov-Smirnov					
Sample Size	95				
Statistic	0,04848				
P-Value	0,97096				
Rank	4				
α	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01
Critical Value	0,10833	0,12375	0,13746	0,15371	0,16493
Reject?	No	No	No	No	No

Figura 8: Resultados do teste K-S ao histórico da procura para o produto 8.

Como se pode verificar na Figura 8 o teste de K-S não rejeita a distribuição lognormal para o histograma da procura, isto significa que podemos considerar que a procura segue uma distribuição lognormal de média, μ , e desvio padrão, σ , (

Figura 9).

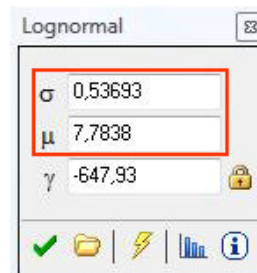


Figura 9: Média e desvio padrão da distribuição lognormal.

Após a realização dos testes aos dez produtos escolhidos neste caso de estudo, verificou-se que os produtos do fornecedor A têm uma procura ajustada à distribuição normal, e que os produtos do fornecedor B assumem uma procura com distribuição lognormal. Na Figura 10 pode ver-se o gráfico do histograma da procura com a curva da distribuição ajustada.

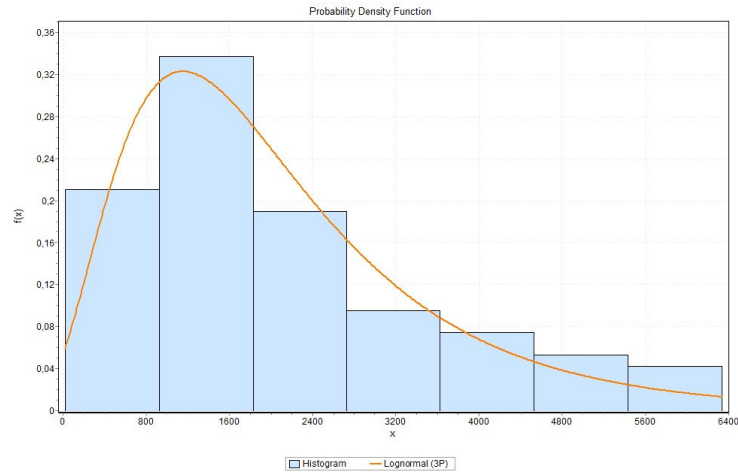


Figura 10: Histograma da procura com a curva da distribuição lognormal para o produto 8.

Nos casos em que se verificou que a distribuição ajustada foi a lognormal foi necessário utilizar as seguintes fórmulas para obter a média e o desvio padrão da procura:

$$\bar{r} = e^{\left(\mu + \frac{\sigma^2}{2}\right)} = 2774 \cdot \text{unidades/ semana}$$

$$\sigma_r = \sqrt{e^{2\mu + \sigma^2} (e^{\sigma^2} - 1)} = 1603 \cdot \text{unidades/ semana}$$

Como se pode verificar o desvio padrão é bastante elevado, o que comprova a drástica variação da procura.

Nível mínimo de stock

A BSS define o nível mínimo de *stock* como sendo o *stock* de segurança. Este é necessário para cobrir possíveis variações da procura durante o *lead time*.

Para calcular as quantidades do *stock* de segurança seguiu-se o modelo estocástico do nível de encomenda. De acordo com este modelo necessitamos de dados como o *lead time*, o histórico da procura e o nível de serviço pretendido.

Exemplo do cálculo do *stock* de segurança para o produto 8:

$$S = Z_{\alpha} \times \sigma \qquad \sigma = \sqrt{\bar{\tau} \times \sigma_r^2 + \sigma_{\tau}^2 \times \bar{r}^2}$$

Nível de serviço pretendido = 95%, logo o factor de segurança = 1,64

$$\bar{r} = 2774 \text{ Unidades}$$

$$\bar{\tau} = 12 \text{ Semanas}$$

$$\sigma_r = 1603 \text{ Unidades}$$

$$\sigma_{\tau} = 0$$

$$\sigma = \sqrt{12 \times 1603^2 + 0 \times 2774^2} \qquad \sigma = 5554$$

$$S = 1,64 \times 5554$$

***Stock* de segurança = 9136 Unidades.**

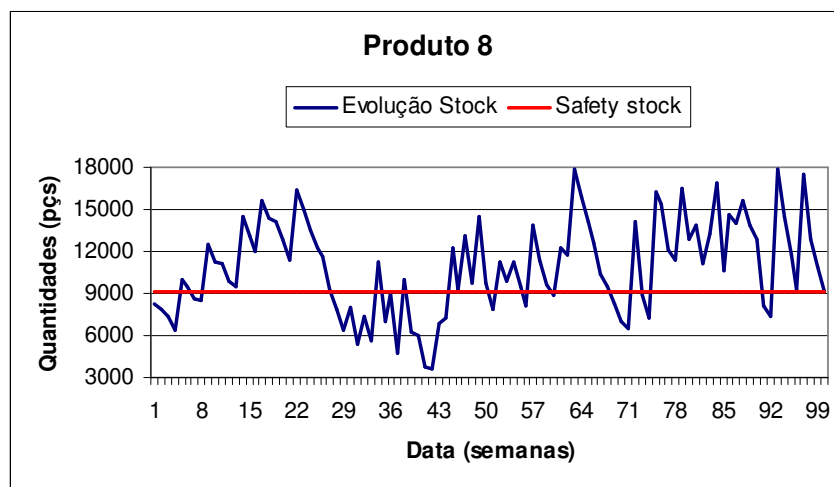


Figura 11: Gráfico do histórico do *stock* com o nível mínimo de *stock*.

Nível máximo de *stock*

O nível máximo de *stock* é o limite superior que o *stock* pode atingir, o nível de *stock* nunca pode transpor este valor. Ou seja é a quantidade máxima de *stock* que a organização suporta.

Na organização podemos ter duas situações, uma em que se encomendam grandes quantidades e se efectuam poucas encomendas, logo encomendar em maiores quantidades o que faz elevar os níveis de *stock*, outra situação será, encomendar poucas quantidades, mas muitas encomendas, isto irá diminuir o nível de *stock* mas iremos ter demasiados custos de lançamento de encomendas. Como as duas situações são inversas, necessitamos de uma solução que as optimize, essa solução surge com o cálculo do EOQ. Este modelo depende da procura anual, do custo de encomenda e do custo de posse. Quanto maior for a procura e o custo de encomenda, maior será o valor do EOQ. Por outro lado quanto maior for o custo de posse menor será o EOQ, significa que necessitamos de encomendar menos quantidades mas mais vezes, porque o custo de posse do inventário é elevado.

Neste caso de estudo iremos ter duas formas diferentes de calcular a quantidade máxima, uma vai ser para o fornecedor A e outra para o fornecedor B. Para o fornecedor B a quantidade máxima é calculada através do somatório entre o *stock* de segurança e o EOQ ajustado ao tamanho mínimo do lote. Para o fornecedor A não se irá calcular de forma igual devido ao facto de ser um fornecedor nacional e os valores apresentados através desta forma são muito elevados, por consequência neste caso a quantidade máxima é igual ao somatório do *stock* de segurança com a multiplicação da procura semanal pelo número de semanas desejadas de *stock*, neste caso duas semanas, ajustado ao tamanho mínimo do lote, ou seja, o nível máximo neste caso é o *stock* necessário para duas semanas mais o *stock* de segurança.

Exemplo de cálculo do nível máximo de *stock* para o produto 1 do fornecedor A:

Nível máximo de *stock* = $S + (\bar{r} \times \text{número de semanas pretendidas})$

Nível máximo de *stock* ajustado = Nível máximo de *stock* ajustado ao tamanho mínimo do lote.

$\bar{r} = 956$ Unidades por semana

S = 675 Unidades

Tamanho mínimo do lote = 1.050 unidades

Nº de semanas que a BSS quer em *stock* = 2 semanas.

Nível máximo = $675 + (956 \times 2) = 2.587$ unidades

Nível máximo de *stock* ajustado = 3.150 unidades

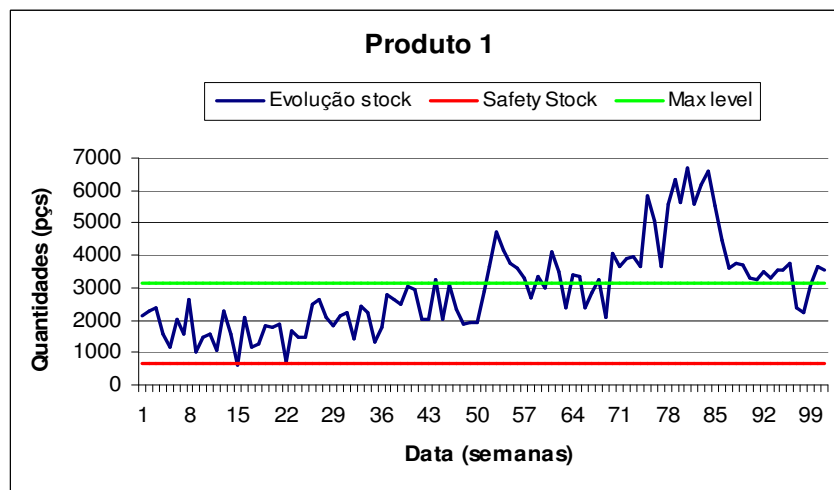


Figura 12: Gráfico com os limites máximo e mínimo de *stock*.

Exemplo do cálculo do nível máximo para o produto 8 do fornecedor B:

Nível máximo de *stock* = *Stock* de segurança + EOQ ajustado

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times r \times A}{C_2}}$$

r = 100.450 unidades

A = 15,11 €

Taxa anual de posse = 8 %

C₁ = 10,14 €/unidade

$$C_2 = 8\% \times 10,14 \text{ €}$$

Tamanho mínimo do lote = 1.000 unidades

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times 100450 \times 30}{0,08 \times 10,14}} = 1935$$

Como o tamanho mínimo do lote é de 1000 unidades, iremos arredondar por excesso a um múltiplo de 1000, neste caso o EOQ ajustado é de 2000 unidades.

EOQ ajustado = 2.000 unidades

Nível máximo de *stock* = 9136 + 2000 = 11.136 unidades

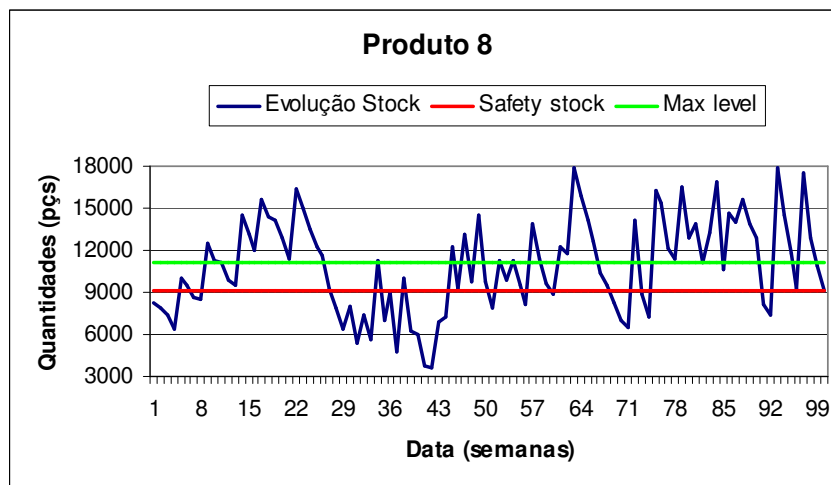


Figura 13: Gráfico com os limites máximo e mínimo de *stock*.

Nível ótimo de *stock*

Nível ótimo de *stock* é definido como o nível médio entre o nível máximo e o mínimo, ou seja será o nível ideal de *stock*. Este nível é definido porque se o nível de *stock* estiver constantemente perto do máximo, pode causar problemas ao fornecedor quando houver uma quebra na produção, este pode ficar muito tempo sem entregar *stock*. Por outro lado se o nível estiver frequentemente perto do nível mínimo também não é muito bom, pois uma falha por parte do fornecedor nas entregas pode causar uma paragem de

produção. Por consequência aconselhar-se-á o fornecedor a manter o nível de *stock* próximo do nível ótimo.

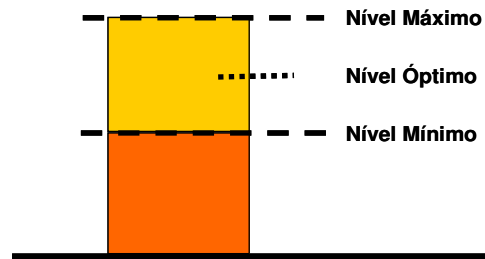


Figura 14: Exemplo do nível ótimo de *stock*.

3.4 Caso de Estudo para o fornecedor A

Como já foi referido anteriormente o transporte com o fornecedor A funciona através de um sistema de *Milkrun* (Figura 15), este sistema abrange oito fornecedores nacionais em que a BSS detém por sua conta um camião que todos os dias percorre uma rota predefinida, que engloba os oito fornecedores, e acarreta as encomendas efectuadas. Verificada esta situação e devido ao facto dos produtos analisados para este fornecedor apresentarem um preço baixo, logo o preço do transporte poderá influenciar o custo total, decidiu-se fazer um estudo para verificar a viabilidade deste sistema de transporte.

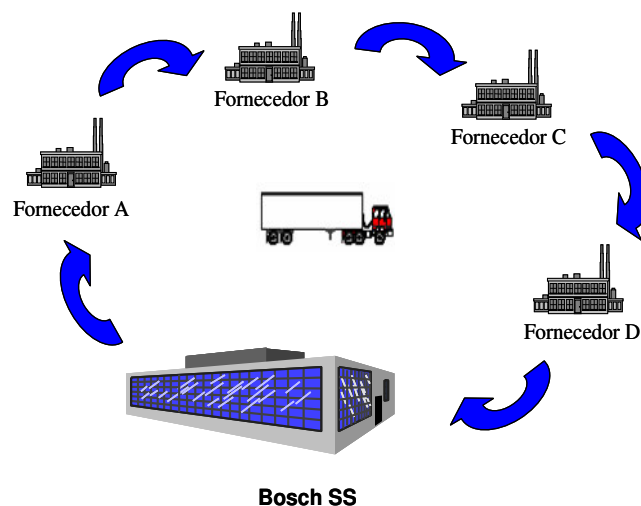


Figura 15: Ilustração do sistema *Milkrun*.

Com a realização deste estudo pretende-se analisar as quantidades a encomendar e o custo total por unidade de tempo. Os cálculos serão obtidos através do método de optimização do nível de encomenda.

O estudo tem início com a optimização das quantidades a encomendar ou seja o Q. Segue-se um quadro onde mostra o resultado da optimização de Q e M para o Produto 1 considerando um custo de rotura de 1 euro, verifica-se que os valores convergem rapidamente após segunda iteração. No anexo B poderá ver um exemplo dos cálculos em pormenor.

Optimização de Q e M				
Iteração	Q	α	Z α	M
1. ^a	11384*	0,0066	2,477	1972
2. ^a	11387	0,0067	2,472	1970
3. ^a	11387	0,0067	2,472	1970

Tabela 3: Optimização de Q e M para as várias iterações.

(*) Determinado a partir da Equação 2.

Depois de optimizado os valores de Q e M, será necessário fazer uma análise de sensibilidade ao custo de rotura. Esta análise deve-se ao por causa da dificuldade de obter esse custo na organização, porque a BSS dispõe de várias linhas de assemblagem, e devido ao facto de não ter sido possível calcular esse custo.

Análise de sensibilidade do custo de rotura

A análise de sensibilidade procura determinar o efeito de uma variação de um determinado item no seu valor total. Como não foi possível determinar os custos de rotura, iremos fazer uma análise de sensibilidade para ver o impacto do custo de rotura no custo total, para um determinado produto.

Para cada custo de rotura que foi considerado, foram calculadas as quantidades a encomendar, Q, e ponto de encomenda, M, pelo método da optimização. Estes valores serão utilizados para calcular o custo total por unidade de tempo.

Após a optimização de Q e M iremos observar como varia o custo total por unidade de tempo, K, em função do custo de rotura, C'3.

C'3	Q	M	Nível de serviço	η	K
0,50	11397	1864	98,66%	2,079	6,94 €
1,00	11387	1970	99,33%	0,976	6,99 €
2,00	11363	2068	99,66%	0,406	7,03 €
3,00	11315	2123	99,78%	0,164	7,04 €
4,00	11290	2160	99,83%	0,082	7,04 €

Tabela 4: Resultados de K, Q e M para os vários custos de rotura do produto 1.

C'3 – Custo de rotura (€)

Q – Quantidade a encomendar (unidades)

M – Ponto de encomenda (unidades)

K – Custo total por unidade de tempo (semanal)

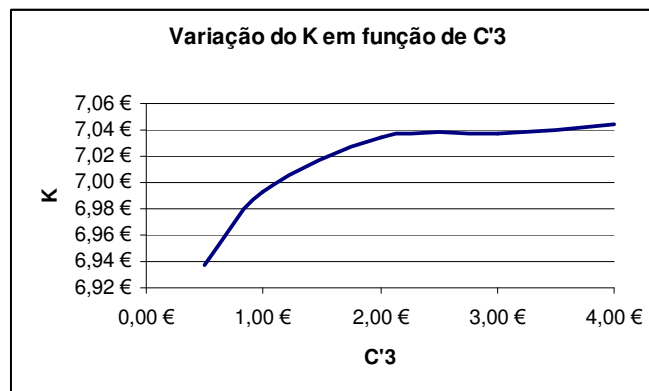


Figura 16: Gráfico de K em função de C'3.

Verifica-se que o K aumenta com o aumento do C'3, contudo a variação de C'3 não proporciona grandes alterações ao K. É de salientar também os níveis de serviço que se obtêm, visto que apresenta valores elevados.

Contudo após a realização deste estudo verifica-se que as quantidades a encomendar são bastante elevadas, o que se traduz taxas de cobertura muito grandes, por exemplo doze

semanas, isto deve-se ao preço unitário dos produtos ser baixo e o custo de transporte ser um pouco elevado relativamente ao preço unitário.

3.5 Benefícios do sistema *Vendor Managed Inventory*

Inventário

Ao nível de inventário iremos ter benefícios mas também alguns aumentos de *stock*. No fornecedor A verificou-se alguns aumentos nas quantidades em *stock* de dois produtos, visto que este fornecedor funciona actualmente com entregas diárias logo os níveis de *stock* já eram baixos. Para o fornecedor B também se verificou o aumento de *stock* em dois produtos, neste caso deve-se ao facto de a procura ser muito instável o que faz com que o *stock* de segurança seja maior, logo a média de *stock* vai aumentar. Na tabela em baixo poderão ver o resultado da implementação VMI no inventário.

Fornecedor	Produtos	Quantidades (unidades/semana)	Valor (€/semana)
A	Produto 1	-1.026	-376,03 €
	Produto 2	20	6,24 €
	Produto 3	282	87,90 €
	Produto 4	101	35,59 €
	Produto 5	-16	-3,42 €
B	Produto 6	222	4.602,60 €
	Produto 7	-6.614	-13.125,35 €
	Produto 8	-774	-7.849,56 €
	Produto 9	-6	-111,62 €
	Produto 10	741	13.643,41 €
Total			-3.090,25 €

Tabela 5: Diferença dos níveis de inventário após implementação do sistema VMI.

Os valores da tabela foram calculados baseados numa média do histórico de *stock* com uma média do novo nível de *stock* entre o limite mínimo e máximo, neste caso é o nível óptimo de *stock* recomendado anteriormente. A coluna das quantidades mostra a diferença de *stock* com e sem VMI, ou seja, os valores negativos significam que houve redução de quantidades com o sistema VMI. A coluna do valor é o que essas quantidades

correspondem em termos monetários, este valor é obtido pela multiplicação preço unitário do produto pelas quantidades. Esta tabela mostra que no total dos dez produtos obteríamos uma redução cerca de 3.400 euros na compra de matéria-prima por semana.

Administrativo

Os benefícios no processo administrativo, nomeadamente por parte dos compradores repetitivos irão ser substanciais. Isto devido ao ser utilizada a transferência de dados através do EDI, o que não acontecia anteriormente, mas principalmente porque os compradores não necessitam de enviar diariamente ordens de compra, estes apenas necessitaram de controlar os níveis de inventário através da aplicação VMI, e se verificar alguma anomalia deverão informar o fornecedor.

Transporte

Ao nível de transporte iremos ter benefícios apenas com o fornecedor A, visto que o fornecedor B já era responsável pelo transporte e continuará a responsabilizar. O transporte para o fornecedor A é da responsabilidade da BSS e era feito diariamente, com VMI o transporte poderá ser feito uma ou duas vezes por semana o que reduz o custo de transporte.

Produção

Com VMI espera-se que roturas de *stock* sejam menores ou nenhuma, isto irá trazer consequências positivas à produção, uma vez que irá ocorrer menos paragens de produção que por sua vez faz com que se melhor o nível de serviço da organização.

4 Conclusões e Investigação Futura

Neste capítulo poderá ver as principais conclusões do caso de estudo e as recomendações para investigação futura.

4.1 Conclusões

O objectivo deste caso de estudo é a preparação de um projecto-piloto para a implementação de um sistema VMI, e com isto tudo obter melhorias na cadeia de abastecimento. Na análise deste caso de estudo verifica-se que na maioria a parte prática da implementação VMI está de acordo com a teoria, apenas não se verifica tal concordância na selecção de produtos, isto porque optou-se por dar preferência à escolha dos fornecedores e depois por sua vez seleccionar todos os produtos do fornecedor para facilitar o processo de trabalhar com o fornecedor e não ter duas formas de trabalhar com o mesmo fornecedor. Outro ponto importante que se conclui é a importância de um acordo VMI bem definido, este tem de ser claro e preciso, um bom acordo e boas relações entre comprador e fornecedor são factores essenciais para o sucesso do VMI.

Através da análise efectuada neste caso de estudo o autor propõe os níveis mínimos e máximos de *stock* para os produtos analisados, como se pode ver na Tabela 6.

Fornecedor	Produtos	Nível mínimo	Nível máximo	Média da procura semanal
A	Produto 1	675	3.150	956
	Produto 2	719	3.000	930
	Produto 3	1.698	7.500	2.739
	Produto 4	1.808	7.350	2.692
	Produto 5	2.093	8.400	2.666
B	Produto 6	1.157	1.697	563
	Produto 7	17.015	25.015	23.299
	Produto 8	9.134	11.134	2.774
	Produto 9	4.479	5.519	2.001
	Produto 10	1.661	2.141	681

Tabela 6: Níveis máximos e mínimos de inventário recomendados.

Apesar do objectivo do VMI ser reduzir os níveis de inventário verificou-se que nem em todos os produtos se obteria reduções de inventário, devido a condições já mencionadas anteriormente, mas mesmo assim nos dez produtos aqui analisados verifica-se uma redução de cerca de 3.000 euros em inventário por semana, o que se pode considerar um bom resultado. Na globalidade pode dizer-se que através do sistema VMI se obtém melhorias significativas na cadeia de abastecimento.

4.2 Investigação Futura

O autor deste caso estudo sugere como investigação futura que a análise que foi realizada ao fornecedor A, se alarga-se a todos os fornecedores e todos os produtos envolvidos no *Milkrun*, porque só através de uma análise pormenorizada a este conjunto se pode obter dados mais precisos.

Para investigação futura o autor também recomenda que haja uma revisão às quantidades mínimas de cada lote e aos *lead times*. Isto porque se a BSS conseguir que o fornecedor reduza as quantidades mínimas vai fazer baixar os níveis máximos de *stock*, pelo menos para o fornecedor B em que o seu nível máximo de *stock* é influenciado pelas quantidades mínimas do lote. Ao nível do *lead time* esta tarefa pode ser mais complexa porque os fornecedores por vezes já têm este tempo optimizado, mas sugere-se que BSS em parceria com os fornecedores estude os melhores processos e ferramentas para reduzir o *lead time* e melhorar a qualidade dos produtos.

Visto que a procura é instável o autor aconselha a uma revisão e optimização dos níveis de inventários definidos anteriormente com o passar do tempo, deve-se comparar os desvios entre a procura e os níveis recomendados e com essa análise rever os níveis máximo e mínimos com o objectivo de optimizar o inventário.

5 Referencias Bibliográficas

Angulo, A., Nachtmann, H. e Waller, M.A. 2004. Supply chain information sharing in a vendor managed inventory partnership. *Journal of Business Logistics*. 2004, Vol. 25, p. 101 a 120.

Cetinkaya, S. e Lee, C-Y. 2000. Stock replenishment and shipment scheduling for vendor-managed inventory systems. *Management Science*. 2000, Vol. 46, pp. 217-232.

Christopher, Martin. 1992. *Logistics and Supply Chain Management*. 2ª Edição. s.l. : Biddles Ltd, Guildford and King's Lynn, 1992. pp. 195-201.

Datalliance. 2006. Business Results of Vendor Managed Inventory. 2006.

De Toni, A. e Zamolo, E. 2005. From a traditional replenishment system to vendor-managed inventory: A case study from the household electrical appliances sector. *International Journal of Production Economics*. 2005, Vol. 96, pp. 63-79.

Disney, S.M. e Towell, D.R. 2003. Vendor-managed inventory and bullwhip reduction in a two-level supply chain. *International Journal of Operations & Production Management*. 2003, Vol. 23, pp. 5-6.

Dong, Y. e Xu, K. 2002. A supply chain model of vendor managed inventory. *Transportation Research Part E*. 2002, Vol. 38, pp. 75-95.

Dong, Y., Xu, Y. e Dresner, M. 2006. Environmental determinants of VMI adoption: An exploratory analysis. *Transportation Research Part E, Logistics and Transportation Review*. 2006.

Ellinger, A., Taylor, J. e Daugherty, P. 1999. Automatic Replenishment Programs and Level of Involvement: Performance Implications. *The International Journal of Logistics Management*. 1999, Vol. 10, pp. 25-35.

Elvander, M. 2005. A theoretical mapping of the VMI concept. 2005.

Fisher, M. 1997. What is the right supply chain for your product. *Harward Business Review*. 1997, Vol. 75.

Hall, Carl. 2001. What is VMI. *Enterprise Data Management*. 2001.

Handfield, R. e Nichols, Jr. 2002. Supply Chain Redesign: Transforming Supply Chains into Integrated Value Systems. *Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, Inc.* 2002.

Hines, P., et al. 2000. Value Stream Management-Strategy and Excellence in the Supply Chain. 1^a Edition, Pearson Education Limited, Great Britain. 2000, pp. 335-355.

Holmstrom, J. 1998. Implementing Vendor-Managed Inventory the Efficient Way: a Case Study of Partnership in the Supply Chain. *Production and Inventory Management*. 1998.

Holweg, M., et al. 2005. Supply Chain Collaboration: Making Sence of the Strategy Continuum. *European Management Journal*. 2005, Vol. 23, pp. 170-181.

Huang, X., Lin, L. e Xiong, Y. 2005. Analysis of extra cost for small suppliers under VMI condition. *Services Systems and Services Management*. 2005, Vol. 1, pp. 626-629.

Intranet Grupo Bosch. 2008. 2008.

Jackson, J. 2003. Effectively Implementing Vendor Managed Inventory. Nashville, TN : s.n., 2003.

Kahraman, C., Cebeci, U. e Ulukan, Z. 2003. Multi-criteria supplier selecting using fuzzy AHP. *Logistics Information Management*. 2003, Vol. 16, pp. 382-394.

Kaipia, R., Holmstrom, J. e Tanskanen, K. 2002. VMI: What are you losing if you let your customer place orders? *Production Planning and Control*. 2002, Vol. 13, pp. 17-25.

Kraiselburd, S., Narayanan, V.G. e Raman, A. 2004. Contracting in a Supply Chain with Stochastic Demand and Substitute Products. *Production and Operations Management*. 2004, Vol. 13, pp. 46-62.

Krajewski, L.J. e Ritzman, L.P. 2005. *Operational management: processes and value chains*. 7ª Edição. s.l. : Pentice Hall, Upper Saddle River, 2005.

Kuk, G. 2004. Effectiveness of vendor-managed inventory in the electronics industry: determinants and outcomes. *Information & Management*. 2004, Vol. 41, p. 645 a 654.

Lapide, L. 2002. New developments in business forecasting. *Journal of Business Forecasting Methods and Systems*. 4. 2002, Vol. 20.

Nolan, K. 1997. VMI Offers Real Procurement Solutions. *Metal Center News*. 1997, Vol. 37.

O'Brien, K. 2003. Value-Chain Report - Vendor-Managed Inventory In Low - Volume Environments. 2003.

Pohlen, T. e Goldsby, T. 2003. VMI and SMI programs: how economic value added can help sell the change. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*. 2003, Vol. 33, pp. 564-581.

Smaros, J. e Holmstrom, J. 2000. Viewpoint: reaching the consumer trough e-grocery VMI. *International Journal of Retailing & Distribution Management*. 2000, Vol. 28, pp. 55-61.

Smaros, J., et al. 2003. The impact on increasing demand visibility on production and inventory control efficiency. *International Journal of physical distribution and logistics management*. 2003, Vol. 33.

Stratman, S. 1997. VMI: not just another fad. *Industrial Distribution*. 1997, Vol. 86, pp. 74-78.

Tavares, Luís Valadares, et al. 1997. *Investigação Operacional*. s.l. : Mc Graw-Hill, 1997.

Van Weele, A. 2005. Purchasing and Supply Chain Management: Analysis, Planning and Practice. *Upper Saddle River: Prentice Hall*. 2ª. 2005.

Waller, M., Johnson, E.M. e Davis, T. 1999. Vendor-managed inventory in retail supply chain. *Journal of Business Logistics*. 1999, Vol. 20, p. 183 a 203.

Yang, K., Ruben, N. e Webster, S. 2003. Managing inventory in dual level distribution system. *Journal of Business Logistics*. 2003, Vol. 24, pp. 92-108.

Anexos

Anexo A

Exemplo de cálculos do *stock* de segurança para o produto 8.

$$S = Z_{\alpha} \times \sigma$$

$$\sigma = \sqrt{\bar{\tau} \times \sigma_r^2 + \sigma_{\tau}^2 \times \bar{r}^2}$$

S = *Stock* de segurança

Z_{α} = Factor de segurança

\bar{r} = Procura média semanal

$\bar{\tau}$ = *Lead time* médio semanal

σ_r = Desvio padrão da procura

σ_{τ} = Desvio padrão do *lead time*

Nível de serviço pretendido = 95%

Logo o factor de segurança = 1,64

$\bar{r} = 2774$

$\bar{\tau} = 12$ Semanas

$\sigma_r = 1603$

$\sigma_{\tau} = 0$

$$\sigma = \sqrt{12 \times 1603^2 + 0 \times 2774^2}$$

$$\sigma = 5554$$

$$S = 1,64 \times 5554$$

S = 9136 unidades.

Nível de serviço	Factor de segurança
60,00%	0,25
70,00%	0,52
80,00%	0,84
85,00%	1,04
90,00%	1,28
95,00%	1,64
97,00%	1,88
98,00%	2,05
99,00%	2,33
99,50%	2,58
99,90%	3,09

Exemplo do cálculo do nível máximo para o produto 8 do fornecedor B:

Nível máximo de *stock* = *Stock* de segurança + EOQ ajustado

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times r \times A}{C2}}$$

EOQ = Economic Order quantity

r = Procura anual

A = Custo de encomenda

C2 = Custo de posse

C1 = custo de aquisição unitário

r = 100.450 unidades

A = 15,11 €

Taxa de posse = 8 %

C1 = 10,14 €/unidade

C2 = 8% x 10,14 €

Tamanho mínimo do lote = 1.000 unidades

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times 100450 \times 15,11}{0,08 \times 10,14}} = 1935$$

Como o tamanho mínimo do lote é de 1000 unidades, iremos arredondar por excesso a um múltiplo de 1000, neste caso o EOQ ajustado é de 2000 unidades.

EOQ ajustado = 2.000 unidades

Nível máximo de *stock* = 9136 + 2000 = 11.136 unidades

Exemplo de cálculo do nível máximo para o produto 1 do fornecedor A:

Nível máximo de *stock* = $S + (\bar{r} \times \text{número de semanas pretendidas})$

Nível máximo de *stock* ajustado = Nível máximo de *stock* ajustado ao tamanho mínimo do lote.

$\bar{r} = 956$ Unidades por semana

$S = 675$ Unidades

Tamanho mínimo do lote = 1.050 unidades

Nº de semanas que a BSS quer em *stock* = 2 semanas.

Nível máximo = $675 + (956 \times 2) = 2.587$ unidades

Nível máximo de *stock* ajustado = 3.150 unidades

Anexo B

Análise teórica

Exemplo dos cálculos de optimização para o produto 1:

$$A = 15,11 \text{ €}$$

$$C1 = 0,3665 \text{ €}$$

Taxa de custo de posse anual = 8%

$$C2 = C1 \times (8\% / 52) = 0,000564 \text{ €}$$

$$C'3 = 1\text{€}$$

$$Ct = 22,15 \text{ €}$$

$$\bar{r} = 956 \text{ Unidades}$$

$$\bar{\tau} = 1 \text{ Semana}$$

$$\sigma_r = 410 \text{ Unidades}$$

$$\sigma_{\tau} = 0$$

$$\sigma = 410$$

$$\mu = 956 \text{ Unidades}$$

Seguindo o método iterativo:

$$1. Q = \sqrt{\frac{2\bar{r}(A + Ct)}{C2}} = 11240,9$$

2. Utilizara Equação 8 para calcular o valor de M correspondente ao $Q = 11240,9$ Unidades.

$$\int_M^{+\infty} h(x)dx = \frac{C2Q}{C'3\bar{r}} = \frac{0,000564 \times 11240,9}{1 \times 956} = 0,006629$$

Agora iremos calcular o valor de M que, numa distribuição normal de média $\mu=956$ unidades, tem uma massa de probabilidade de 0,006629.

$$1 - \Phi\left(\frac{M - \mu}{\sigma}\right) = 0,006629$$

Recorrendo à tabela da distribuição normal verifica-se que $Z_{\alpha} = 2,477$ e que corresponde a $M = \mu + Z_{\alpha} \times \sigma = 1972$ unidades.

3. Com o valor de M calculado, iremos calcular o valor de Q através da Equação 7. Para poder calcular a Equação 7 temos de calcular primeiro o número médio de unidades em falta por ciclo, η , assumindo a distribuição da procura por unidade de tempo como sendo normal.

$$\bar{\eta} = \int (x - M)h(x)dx = \sigma \xi\left(\frac{M - \mu}{\sigma}\right) = 410 \xi(2,477) = 410 \times 0,00233 = 0,9556$$

Já podemos calcular Q, através da Equação 6:

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times 956(15,11 + 22,15 + 1 \times 0,9556)}{0,000564}} = 11384$$

Como o novo valor de Q é diferente do anterior, iremos prosseguir, para isso teremos de ir ao ponto 2 e calcular um novo M:

$$\int_M^{+\infty} h(x)dx = \frac{C2Q}{C'3\bar{r}} = \frac{0,000564 \times 11384}{1 \times 956} = 0,006714$$

Onde $Z_{\alpha} = 2,472$, $M = 1970$ e $\eta = 0,9761$. Recorrendo à Equação 7 calcula-se um novo valor de Q:

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times 956(15,11 + 22,15 + 1 \times 0,9761)}{0,000564}} = 11387$$

Q = 11387 unidades

Como o valor de Q é diferente, iremos voltar ao ponto 2 e calcular novos valores como o que fizemos anteriormente. Os valores resultantes desta iteração são os seguintes:

$$Z_{\alpha} = 2,472$$

$$M = 1970 \text{ unidades}$$

$$\eta = 0,9761$$

$$Q = 11387 \text{ unidades}$$

Após esta iteração verifica-se que os resultados são iguais aos do passo anterior logo conclui-se que já obtivemos a solução óptima.

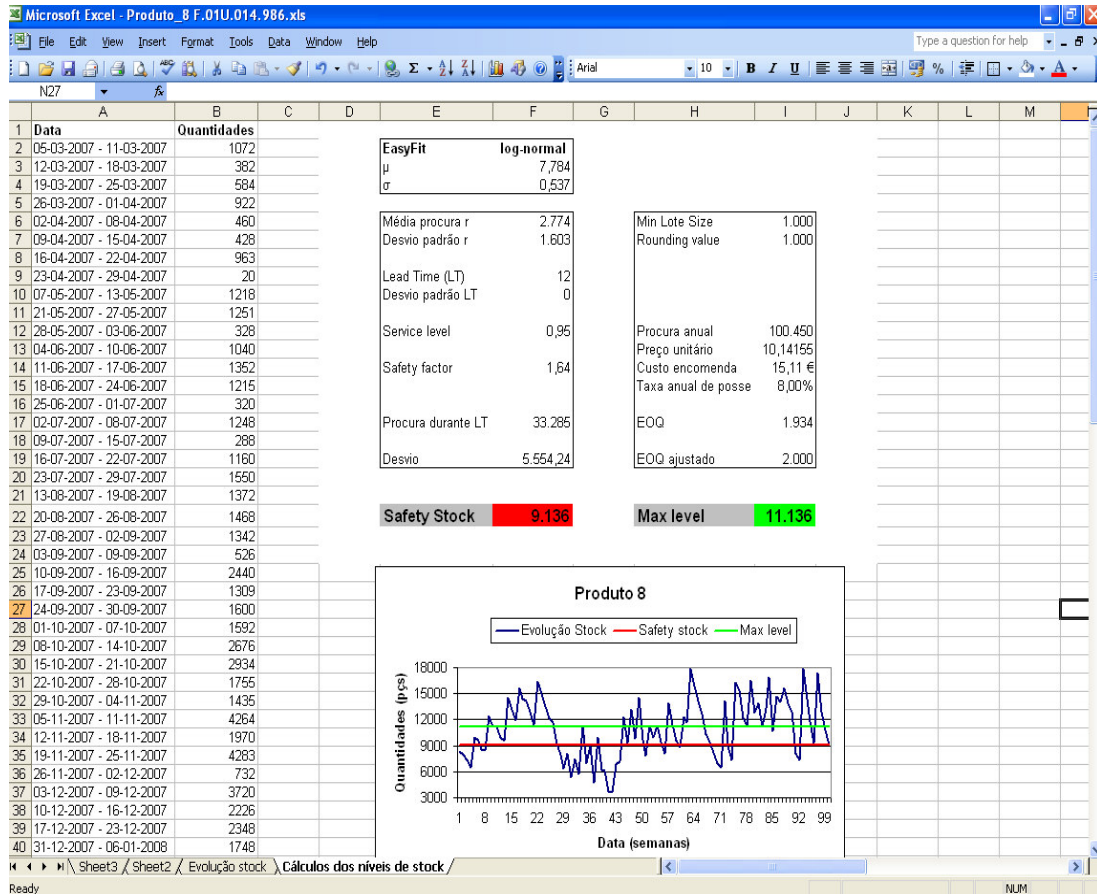
Anexo C

Tabela com informações gerais dos produtos:

Fornecedor	Produtos	Distribuição	Procura anual (unidades)	Média da procura semanal, \bar{r} (unidades)	Desvio padrão semanal (unidades)	Lead time LT (semanas)	Preço unitário (€)	Tamanho mínimo do lote (unidades)
A	Produto 1	Normal	46.370	956	410	1	0,3665	1050
	Produto 2	Normal	46.521	930	437	1	0,3119	500
	Produto 3	Normal	129.176	2.739	1.032	1	0,3117	500
	Produto 4	Normal	129.644	2.692	1.099	1	0,3523	1050
	Produto 5	Normal	138.607	2.666	1.272	1	0,2136	1200
B	Produto 6	Log-normal	13.515	563	287	6	20,7324	60
	Produto 7	Log-normal	329.212	23.299	2.986	12	1,9845	1000
	Produto 8	Log-normal	100.450	2.774	1.603	12	10,1416	1000
	Produto 9	Log-normal	46.418	2.001	861	10	18,6032	260
	Produto 10	Log-normal	10.704	681	357	8	18,4122	40

Anexo D

Ferramenta em Microsoft Excel para determinar os níveis de *stock* (exemplo para o produto 8).



Anexo E

Tabelas das análises de sensibilidade do custo de rotura realizadas aos produtos do fornecedor A.

Produto 1					
C'3	Q	M	Nível de serviço	η	K
0,50 €	11.397	1.864	98,66%	2,079	6,94 €
1,00 €	11.387	1.970	99,33%	0,976	6,99 €
2,00 €	11.363	2.068	99,66%	0,406	7,03 €
3,00 €	11.315	2.123	99,78%	0,164	7,04 €
4,00 €	11.290	2.160	99,83%	0,082	7,04 €

Produto 2					
C'3	Q	M	Nível de serviço	η	K
0,10 €	12.216	1.599	93,70%	12,183	6,18 €
0,50 €	12.186	1.908	98,74%	2,057	6,32 €
1,00 €	12.164	2.021	99,37%	0,891	6,36 €
2,00 €	12.127	2.124	99,69%	0,332	6,39 €
3,00 €	12.092	2.182	99,79%	0,148	6,40 €

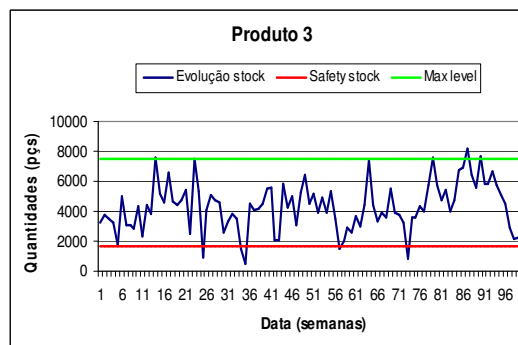
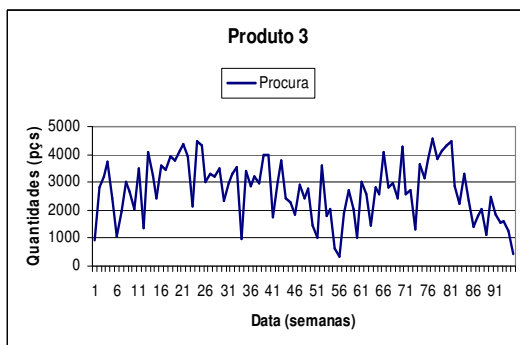
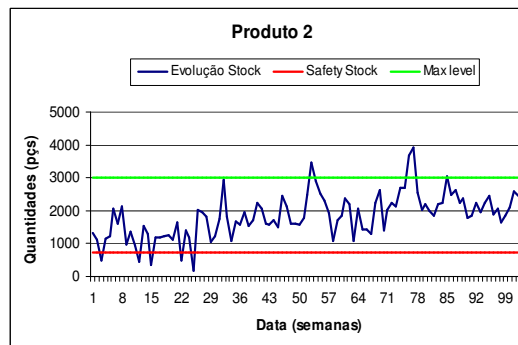
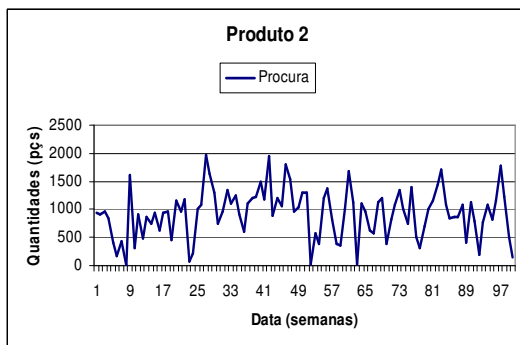
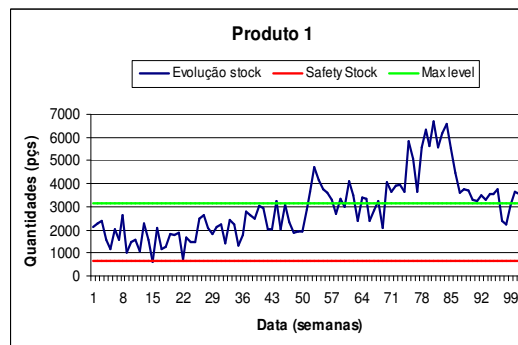
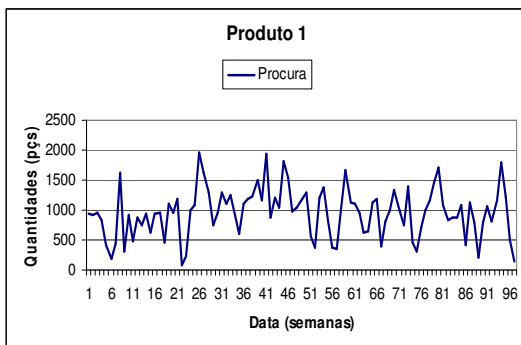
Produto 3					
C'3	Q	M	Nível de serviço	η	K
0,25 €	21.027	4.987	98,53%	5,781	11,16 €
0,50 €	20.984	5.258	99,27%	2,581	11,27 €
1,00 €	20.892	5.508	99,63%	0,950	11,35 €
2,00 €	20.756	5.741	99,82%	0,227	11,39 €

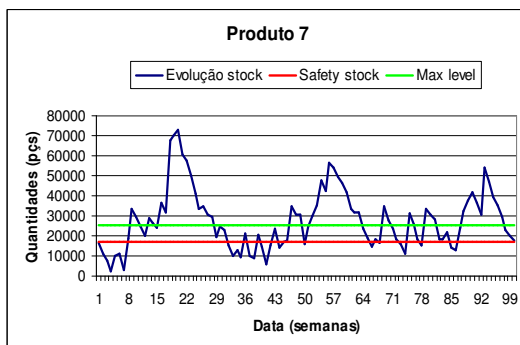
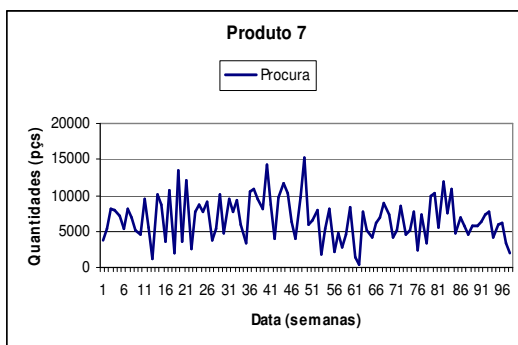
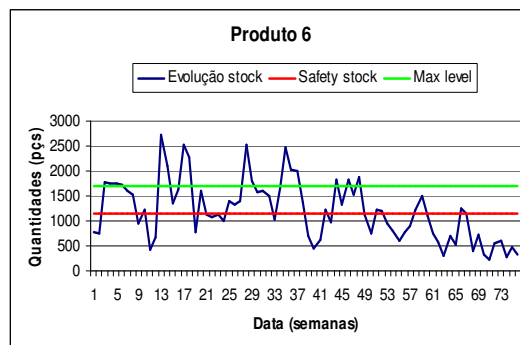
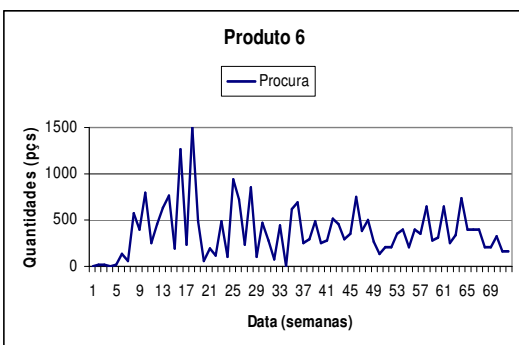
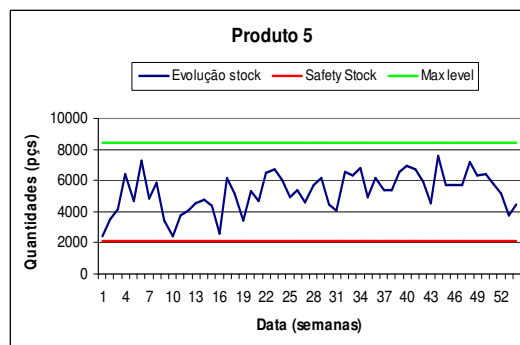
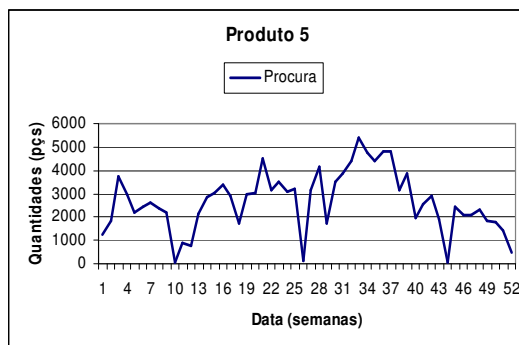
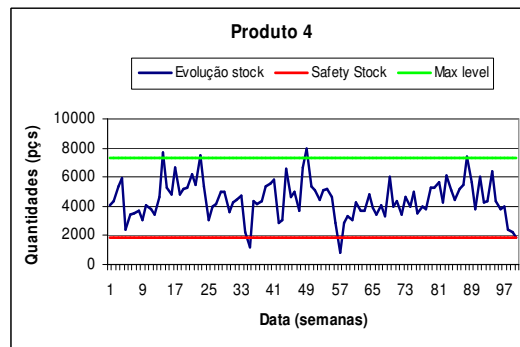
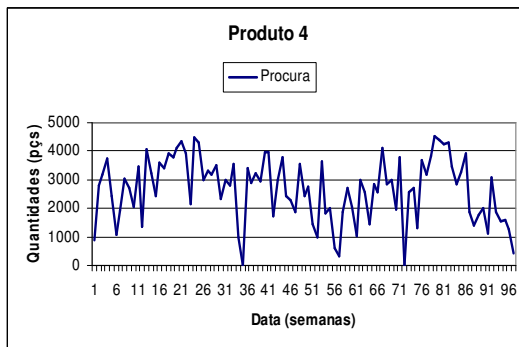
Produto 4					
C'3	Q	M	Nível de serviço	η	K
0,10 €	19.701	4.620	96,03%	18,237	11,72 €
0,25 €	19.432	5.058	98,43%	3,045	11,82 €
0,50 €	19.625	5.344	99,21%	3,045	12,08 €
1,00 €	19.546	5.613	99,61%	1,209	12,18 €

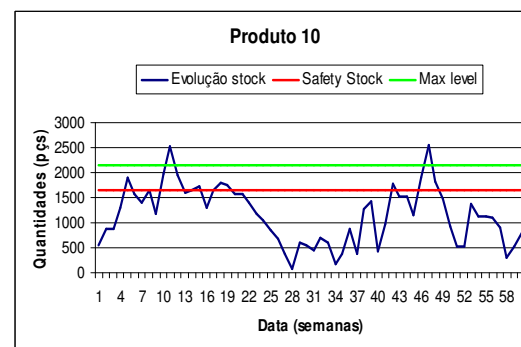
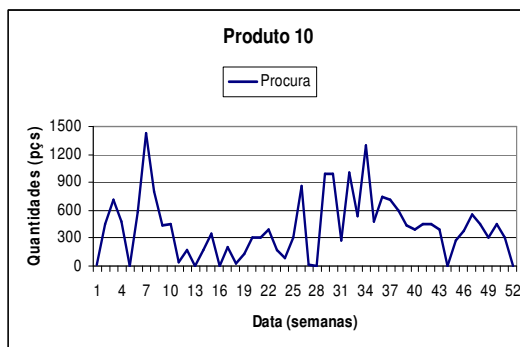
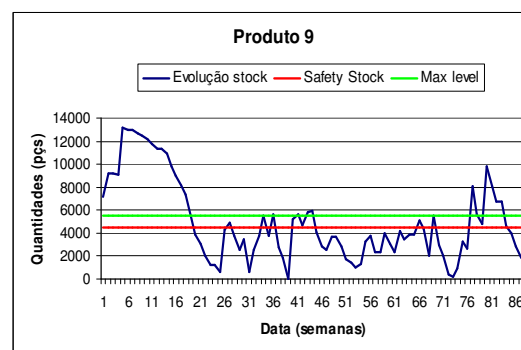
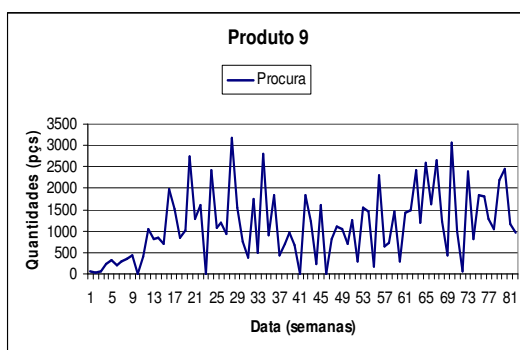
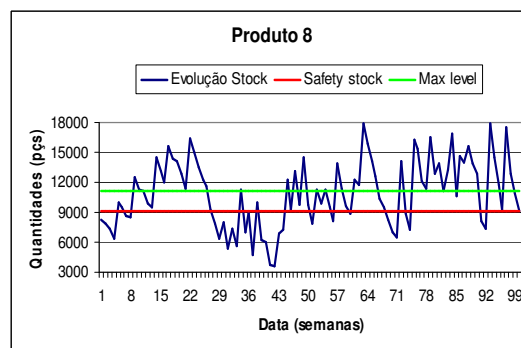
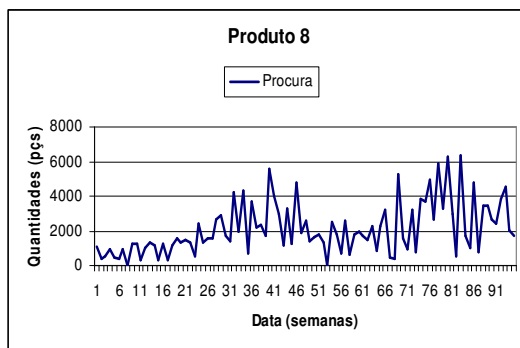
Produto 5					
C'3	Q	M	Nível de serviço	η	K
0,05 €	25.156	4.621	93,80%	34,842	8,91 €
0,10 €	25.115	5.039	96,90%	16,149	9,03 €
0,25 €	25.065	5.521	98,76%	5,849	9,17 €
0,50 €	25.003	5.848	99,38%	2,543	9,26 €

Anexo F

Gráficos do histórico da procura e dos níveis de *stock* com máximos e mínimos de todos os produtos analisados.





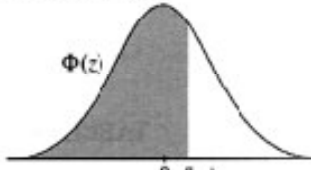


Anexo G

Tabela da função cumulativa normal.

Distribuição normal — Função de distribuição

$$\Phi(z) = P(Z \leq z) = \int_{-\infty}^z \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-x^2/2} dx$$



z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6025	.6064	.6103	.6141
.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6405	.6443	.6480	.6517
.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7704	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
1.2	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
1.3	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
1.4	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9279	.9292	.9306	.9319
1.5	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
1.8	.9641	.9648	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
1.9	.9713	.9715	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
2.0	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890
2.3	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9909	.9911	.9913	.9916
2.4	.9918	.9920	.9922	.9925	.9927	.9929	.9931	.9932	.9934	.9936
2.5	.9938	.9940	.9941	.9943	.9945	.9946	.9948	.9949	.9951	.9952
2.6	.9953	.9955	.9956	.9957	.9959	.9960	.9961	.9962	.9963	.9964
2.7	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974
2.8	.9974	.9975	.9976	.9977	.9977	.9978	.9979	.9979	.9980	.9981
2.9	.9981	.9982	.9982	.9983	.9984	.9984	.9985	.9985	.9986	.9986
3.0	.9987	.9987	.9987	.9988	.9988	.9989	.9989	.9989	.9990	.9990
3.1	.9990	.9991	.9991	.9991	.9992	.9992	.9992	.9992	.9993	.9993
3.2	.9993	.9993	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9995	.9995	.9995
3.3	.9995	.9995	.9995	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9997
3.4	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9998

Tabela da Função de perdas normal.

Função de perdas normal: $\xi(u) = \left(1/\sqrt{2\pi}\right) \int_u^{\infty} (x-u) e^{-(x^2/2)} dx$

u	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.0	0.3982	0.3915	0.3868	0.3821	0.3775	0.3729	0.3683	0.3637	0.3592	0.3547
0.1	0.3502	0.3458	0.3414	0.3370	0.3327	0.3283	0.3240	0.3196	0.3156	0.3114
0.2	0.3072	0.3031	0.2990	0.2949	0.2909	0.2869	0.2829	0.2789	0.2750	0.2712
0.3	0.2673	0.2636	0.2598	0.2561	0.2524	0.2487	0.2451	0.2415	0.2379	0.2344
0.4	0.2309	0.2275	0.2241	0.2207	0.2173	0.2140	0.2108	0.2075	0.2043	0.2011
0.5	0.1980	0.1948	0.1918	0.1886	0.1856	0.1826	0.1799	0.1770	0.1742	0.1714
0.6	0.1686	0.1658	0.1631	0.1604	0.1578	0.1552	0.1526	0.1500	0.1475	0.1450
0.7	0.1426	0.1401	0.1377	0.1354	0.1331	0.1308	0.1285	0.1263	0.1241	0.1219
0.8	0.1198	0.1176	0.1156	0.1135	0.1115	0.1095	0.1075	0.1056	0.1037	0.1018
0.9	0.1000	0.0981	0.0964	0.0946	0.0928	0.0911	0.0894	0.0878	0.0861	0.0845
1.0	0.0829	0.0814	0.0798	0.0783	0.0768	0.0754	0.0739	0.0725	0.0711	0.0696
1.1	0.0684	0.0671	0.0658	0.0645	0.0632	0.0620	0.0608	0.0596	0.0584	0.0572
1.2	0.0561	0.0550	0.0538	0.0528	0.0517	0.0507	0.0497	0.0486	0.0477	0.0467
1.3	0.0457	0.0448	0.0439	0.0430	0.0421	0.0412	0.0403	0.0395	0.0387	0.0378
1.4	0.0370	0.0363	0.0355	0.0347	0.0340	0.0333	0.0326	0.0319	0.0312	0.0305
1.5	0.0298	0.0292	0.0285	0.0278	0.0273	0.0267	0.0261	0.0255	0.0250	0.0244
1.6	0.0239	0.0233	0.0228	0.0223	0.0218	0.0213	0.0208	0.0203	0.0199	0.0194
1.7	0.0190	0.0185	0.0181	0.0177	0.0173	0.0168	0.0165	0.0161	0.0157	0.0153
1.8	0.0149	0.0146	0.0142	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0126	0.0123	0.0120
1.9	0.0117	0.0114	0.0111	0.0108	0.0106	0.0103	0.0100	0.0098	0.0095	0.0093
2.0	0.0090	0.0088	0.0086	0.0084	0.0081	0.0079	0.0077	0.0075	0.0073	0.0071
2.1	0.0069	0.0067	0.0066	0.0064	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054
2.2	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0041	0.0040
2.3	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029
2.4	0.0028	0.0028	0.0027	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021
2.5	0.0020	0.0020	0.0019	0.0018	0.0018	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0014
2.6	0.0014	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010	0.0009
2.7	0.0009	0.0009	0.0008	0.0008	0.0007	0.0007	0.0007	0.0006	0.0006	0.0006
2.8	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003	0.0003
2.9	0.0003	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000